

2021

宮城教育大学
環境教育研究紀要

宮城教育大学

環境教育研究紀要

第23巻

宮城教育大学 教員キャリア研究機構
環境教育・情報システム研究領域

2021年3月

目 次 CONTENTS

鵜川義弘・吉村正志・小野山敬一・溝田浩二：日本産アリ類画像データベースの今後…………… 1 Yoshihiro UGAWA, Masashi YOSHIMURA, Keiichi ONOYAMA and Koji MIZOTA: The Future of Japanese Ant Image Database	1
斉藤千映美：教員養成課程における探究的な学習の試み—飼育動物の観察研究を通して—…………… 7 Chiemi SAITO: Inquiry Based Study at a Teacher Training Course : Through Observational Studies of Domestic Animals	7
溝田浩二・佐藤みちる：新型コロナウイルス感染症は保育現場にどのような影響を与えたのか —宮城教育大学附属幼稚園におけるアンケート調査から—…………… 15 Koji MIZOTA and Michiru SATO: What Kind of Influence the COVID-19 have in a Childcare Site? : From the Questionnaire Survey of Miyagi University of Education affiliated Kindergarten	15
西城 潔・三井雅視・加藤千佳・牧野裕可・千葉 廣・佐藤竜晟：仙台七夕の学習への竹の利用とその効果 —宮城教育大学附属小学校第3学年「いずみタイム」での試み—…………… 25 Kiyoshi SAIJO, Masashi MITSUI, Chika KATO, Yuuka MAKINO, Hiroshi CHIBA and Ryusei SATO : Bamboo Utilization in Comprehensive Learning about Sendai Tanabata Festival and its Positive Effects on the Environmental Ethics of Students	25
尾身宜彦・溝田浩二：宮城県柴田農林高校における演習林を活用したプロジェクト学習…………… 33 Yoshihiko OMI and Koji MIZOTA: Project Based Learning in the Experimental Forest of Shibata Agricultural and Forestry High School	33
林 守人・溝田浩二：授業通貨とアクティブ・ラーニング：投資を模した学生の相互成績評価…………… 41 Morito HAYASHI and Koji MIZOTA: Class Currency for Active Learning: Investment-like Grade Evaluation System by Students	41
林 守人・溝田浩二：シッポ踏みゲームを用いたアクティブ・ラーニング：学生をエージェントとした体感 型個体ベースシミュレーションとその教育的可能性…………… 49 Morito HAYASHI and Koji MIZOTA: Active Learning Promoted by “Step on the Tail” Game: Individual-Based Ecosystem Simulations Using Students as Agents	49
古市剛久：仙台市青葉の森緑地における青葉山丘陵の地形地質観察…………… 57 Takahisa FURUICHI: Geomorphology and Geology of the Aobayama Hills Observed in the Aobayama Forest Park, Sendai City	57
永幡嘉之：再生エネルギー発電設備の建設による生物多様性への影響…………… 69 Yoshiyuki NAGAHATA: Negative Impact on Biodiversity from the Construction of Renewable Energy Power Generation Facilities	69
菊地 充・斉藤千映美・出口竜作：宮城県沿岸で採集されたエダクダクラゲ類の特徴…………… 79 Mitsuru KIKUCHI, Chiemi SAITO and Ryusaku DEGUCHI: Characteristics of <i>Proboscoidactyla</i> Collected from the Coast of Miyagi Prefecture, Japan	79
溝田浩二：「環境教育研究紀要」の終刊にあたって …………… 85 Koji MIZOTA : Good-bye <i>Research Bulletin of Environmental Education Center</i>	85
「環境教育研究紀要」総目次 …………… 97 令和2年度活動報告…………… 107	97 107

日本産アリ類画像データベースの今後

鶴川義弘*・吉村正志**・小野山敬一***・溝田浩二*

The Future of Japanese Ant Image Database

Yoshihiro UGAWA, Masashi YOSHIMURA, Keiichi ONOYAMA and Koji MIZOTA

要旨：データベースなどを長期間インターネットで公開し続けるには、データ提供者とともにサーバ管理者や良好なネットワーク環境が揃う必要があつて容易ではない。宮城教育大学に設置したサーバを維持できなくなる可能性が生じたため、これまでのアリ類画像データベースの維持と管理を概説し、今後の構築と更新の手段として Google ドキュメントを使うことについて論じる。
キーワード：画像データベース、Web サーバ、セキュリティ、Google ドキュメント、著作権

アリ類画像データベース

アリはもともと身近な昆虫であり、環境指標にもなっている。日本産アリ類は、種数が300以下でなんとか取り組めたこと、分類の専門家と生きたアリを集め写真を撮ることができる専門家がいたこと、などから、1995年というインターネットの黎明期よりサーバを立ち上げ、画像データベースを公開したこと(図1)で注目を集めた(吉村, 2007)。



図1. 日本産アリ類画像データベース1997年

たやすく正しく同定するための工夫

本データベースは、同定のためのいくつかのやり方を提供している。すなわち、

- ・アリ全体を写したカラー写真の画像で、体色と形態から、絵合わせする(図2)。
- ・線画つきの検索表にしたがって、同定する(図3)。
- ・和名や学名、過去に使用された名前、または分類体系一覧から検索する。
- ・生息地から検索する。

という同定方法である。

日本産アリ類「カラー画像」データベースと名づけたように、体色に変化しないうちに撮影したカラー写真の画像が売り物である。初心者でも、アリ全体を写したカラー写真の画像で、体色と全体のおおまかな形態によって、絵合わせで同定する(図2)ことができる種が少ない。そして県別に種名目録が用意されているので、それを併用することで、より種名を絞り込むことができる。

より専門的には、従来の検索表を用意している。そして線画に矢印で識別点を示して(図3)、同定が容易に正しくできるように工夫した。

*宮城教育大学教員キャリア研究機構 環境教育・情報システム研究領域、 **沖縄科学技術大学院大学 沖縄環境研究支援セクション
 ***大阪市立自然史博物館

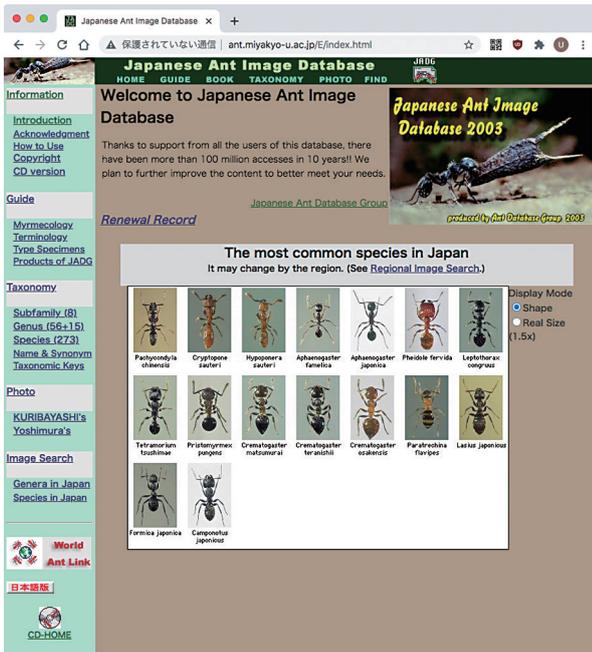


図2. 体色と形態から絵合わせで同定する



図3. 線図つきの検索表にしたがって同定する

今後の運用へのいくつかの課題と展望

1. サーバの運用管理とコンテンツ更新様式

スタートの1995年から25年間、現在でも多くのアクセスがあり、筆者らの職場の異動があっても維持を続けてきた。世界に目を移せば、アリ関係の情報は研究者ネットワークの中で集約され、現在大規模な世界規模のデータベースがいくつも利用可能となっている(吉村, 2020)。また、最新版(アリ類データベースグループ2008, 2008)がリリースされてから今日までに、吉村ほか(2012)が危惧したとおり、分類研究の進展などに伴う情報更新に十分かつ持続可能な人的および資金的体制を確保できておらず、データの古さは否めない。それにも関わらずいまだに多くのユーザに支持されるのは、本データベースが日本国内

に視点を置き、和名基盤のデータベースであることを明示したことで(吉村ほか, 2012)、情報の安定性を得たことが理由のひとつだろう。また、静的ページというシステムを堅持したことで、Web環境の激しい変化の中でも延命できたことも大きな理由であろう(吉村ほか, 2012)。また、2003年版の英語コンテンツ(Japanese Ant Database Group, 2003)も同時に公開することで、海外からも日本のアリ相情報を閲覧できるようになっており、その認知度は日本国内にとどまらない。しかし、このような中、Webサーバが維持できなくなる事件が起きた。2020年12月、宮城教育大学のサーバが襲われた(図4)とのことで、他のサーバも含めて一連託生で停止に追い込まれたのである。



図4. サーバ群の停止を知らせる暫定ホームページ
<https://sites.google.com/staff.miyakyo-u.ac.jp/temporary>

アリ類画像データベースのサーバに関して、当初は研究室で自前のサーバを運営していたが、退官後も維持できることを当て込んで、大学が提供するホスティングサーバに移行していたことが仇になった。研究情報の発信は、補助金や税金を使っている研究者の努めである。論文の発表だけではなく、インターネットを使った直接の情報発信は、広く一般の方へと情報を届けるための重要な窓口となる手段である。英語ページも日本の学術情報を国外へと伝える重要性を持つ。停止を余儀なくされている海外からの情報アクセスは、海外からのサイト攻撃のリスクをとり、

その対策コストを掛けても守るべき重要な機能であり、公共性も高い。12月8日の停止後、機能停止している大学サーバからデータを転送して、自前サーバで再開できたのは12月16日である。この間、多くの利用者に迷惑をかけた。

今回、宮城教育大学の侵入事件の原因究明は難しいようだが、サーバの再開にあたって、セキュリティのチェックは重要と考えているようだ。自前サーバの開始の際、脆弱性診断ツール Nikto や GVM Open VAS を使い、事前に弱いところが無いかどうかのセキュリティチェックを行なった。これらのソフトウェアは攻撃をしかけてくる輩と同じ方法でサーバに擬似攻撃をして、セキュリティホールを見つけるツールである(図5)。

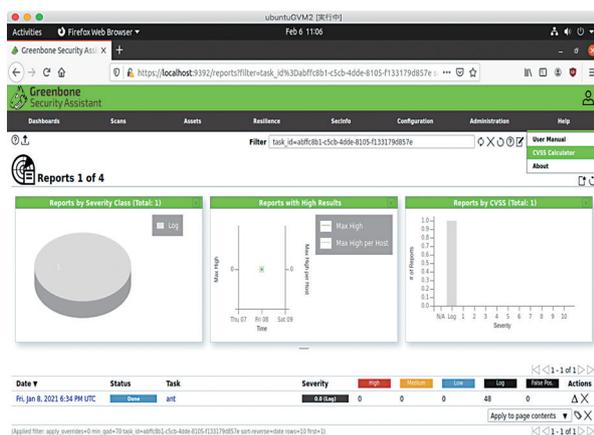


図5. GVM OpenVAS (脆弱性診断ツール)

このまま自前サーバでの運用が継続できるかどうかは、大学の管理者の考え次第だが、もし、自前のサーバでの運用が難しいようであれば、レンタルサーバの検討も必要になる。アリ類画像データベースは、動的に変化する CGI や PHP などのプログラムを使わず、静的なページのみで構成されているが、そのようなページの場合、比較的低予算で維持できるかもしれない。しかし、学術情報を大学などの学術系サイトで提供することは、利用者にとっても信用できるし、大学にとってもより良いコンテンツを持つというメリットがあるはずだ。個人サーバを置かせないというのが大学の方針であれば、アリ類画像データベースのサーバは宮城教育大学以外に設置するしかない。

2. Google ドキュメントの利用

もう一つの問題として、これまで、アリ類画像データベースは、分類の専門家がデータベースを更新した際、更新を反映するには、システム分野の専門家に伝えて更新作業をしてもらうか、分類の専門家自身のファイル転送による更新の必要があった。

この作業を簡単にするために開発されたのが、WordPress などの PHP を使う動的ページである。もしかすると、宮城教育大学の侵入事件は、この WordPress の隙を突かれたのかも知れない。その点で、WordPress を用いるには、ソフトウェアアップデートが肝心である。そこで、WordPress を使わないアリ類画像データベースの展開方法として、今後、利用したいと考えているのが、Google が提供する Microsoft Office に似た環境の1つである Google ドキュメントである。

Google ドキュメントのセキュリティは Google が管理し、アップデートも Google 側で担当するため、前述の WordPress のような問題が生じにくい。Google ドキュメントはファイル>保存のメニューがなく、カーソルの位置が変わった瞬間に文書が保存され、複数の担当者が同時に編集も可能である。担当者が編集しシステム管理者がサーバにアップロードする分担も必要なくなる。更新履歴が残り、もし、間違った場合には、必要な版に戻すことができる。共有、権限を持つ人がだれでも同時に編集できる。Google ドキュメントのファイルは Google の使用容量(一般的の無料ユーザの場合15GByte)にカウントされない。そのため、画像ファイルがどのように大きくても良い。何より自前サーバを用意することなく、Google がサーバをホスティングしてくれている。Google ドキュメントは、Google の Office サービスそのものを使っている。通常なら個人の Word ファイルを仲間内で共有することを想定しているが、データベースとして公開する場合は、その共有範囲を「このリンクを知っているインターネット上の全員が閲覧可能」な設定にし、世界中のユーザに公開することを考えている。また、Word のフォーマットに書き込んだり、Word を読み込んだりすることも自由であり、PDF化して出版もできるメリットがある。



図6. Google ドキュメントによる表示1

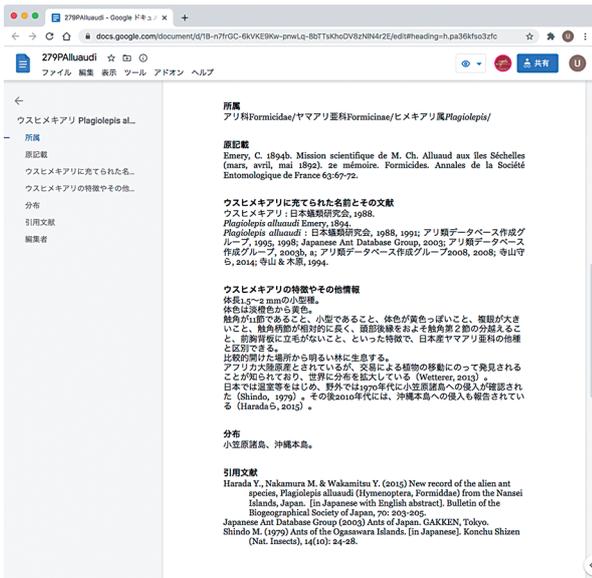


図7. Google ドキュメントによる表示2



図8. Google ドキュメントによる表示3

以下は、試験的に作成した Google ドキュメントによるウスヒメキアリのページである。(図6・図7・図8) 参考のため、現在のサーバのウスヒメキアリのページを示す(図9)。

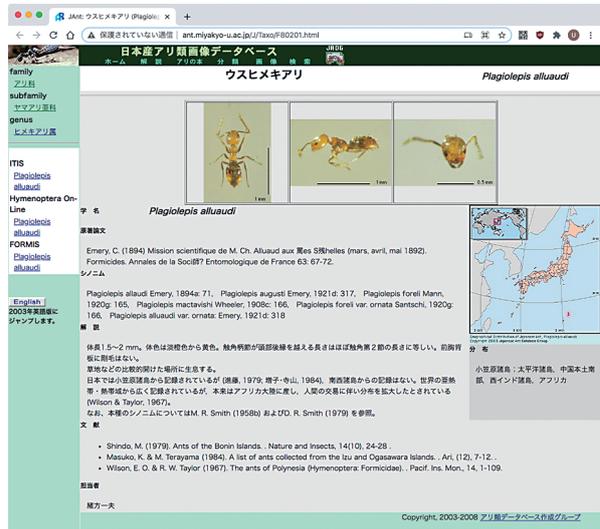


図9. 現在のウスヒメキアリのページ <http://ant.miyakyo-u.ac.jp/J/Taxo/F80201.html>

Google ドキュメントで作成した個別のアリのページを俯瞰的にまとめるページが必要になるが、それはこれから作成する予定である。例えばこの論文からウスヒメキアリへのリンクは

<https://docs.google.com/document/d/1B-n7frGC-6kVKE9Kw-pnwLq-8bTTsKHoDV8zNIN4r2E/edit?usp=sharing> となる。

3. 著作権の問題

本データベースが立ち上がった1995年当時には、著作物再利用や編集を許可する考え方やそれに対応できる簡便な仕組みが一般的ではなかった。そのため、著作者それぞれの権利を保護する目的で各種の解説文について、担当者として著作権者を明示していることも、コンテンツ更新の妨げのひとつとなっている。著作権者が死去した場合、遺族が著作権を受け継ぐので、連絡をとって使用の了承を得る必要がある。結論から言えば、クリエイティブ・コモンズ・ライセンスが良い候補である。その考え方に沿って、これらの著作権の問題を解決しておく必要がある。

多くの研究者の知の結集と多大な労力の集合として、本データベースは産声を上げた。しかし、公開後多くのユーザの支持によって育てられ、その地位を築き、公共性という社会的責任を負っていることも忘れてはならない。制作に関わった関係者の権利とそれを活用するユーザ双方に利がある方法を今後も探り続けることが大切だろう。

4. 新しい表現方法を持つデータベース

理論的に関連づけた知識体系(マーナ・ブーンゲ(小野山訳)2008を参照)を構築し、その知識体系を動的に表現し、また人が仮想体験できることを目標とすること、つまり一種の知識ベースとして構築することは、次期日本産アリ類データベースとして目指すべき一案である。

また、今回のコロナ災禍で、業者が美術館と提携して、観覧者が自由に歩き回って絵画やインスタレーション作品を鑑賞するという動的な視覚的仮想空間を提供しているサイトがある(例えば、オンラインで楽しめる3DVR美術館 <https://artlogue-vr.com/ja>)。

仮想立体的空間で、拡大視と遠望視と視点の移動が(Schneider, 1994を参照)できれば、様々な画像や文章の相互の関連性を明瞭に示す点で、知識ベースの表示として採用するに値すると考えられる。

引用文献

- Japanese Ant Database Group 2003 Ant Image Database 2003. Japanese Ant Database Group, Sendai.
- Mahner, Martin and Bunge, Mario [マーナ, マルティーン・ブーンゲ, マリオ] (小野山敬一訳) 2008. 生物哲学の基礎. シュプリンガー・ジャパン, 東京.
- Schneider, David C. 1994. Quantitative Ecology: Spatial and Temporal Scaling. Academic Press, San Diego.
- アリ類データベースグループ2008 2008 日本産アリ類画像データベース2008. アリ類データベース作成グループ, 仙台.
- 吉村正志 2007. 日本産アリ類画像データベース 2007年ベータ版の公開. 昆虫と自然, 42:12-15.
- 吉村正志 2020. 外来アリの分類学. In: 橋本佳明(編) 外来アリのはなし. 朝倉書店, 東京都, pp34-50.
- 吉村正志・鶴川義弘・緒方一夫・小野山敬一・今井弘民・久保田政雄 2012. 「あきつ賞」受賞サイト (9) 「日本産アリ類画像データベース」へようこそ. 昆虫 (ニューシリーズ), 15:105-110.

教員養成課程における探究的な学習の試み —飼育動物の観察研究を通して—

斉藤千映美*

Inquiry Based Study at a Teacher Training Course :
Through Observational Studies of Domestic Animals

Chiemi SAITO

要旨：宮城教育大学の学部1年生（15名）を対象とする授業「生命環境科学」（2020年度後期）で、飼育動物（ヤギ）の観察とふれあい体験を基盤とする探究的な学習活動を行った。動物とのふれあい経験がほとんどなかった学生もいる中、少人数での野外での班活動、個人ごとのテーマ設定、探究成果の発表会などから成る授業を実施した。成果と課題を振り返る。

キーワード：探究的な学習、飼育動物、ヤギ、環境教育、生命理解

はじめに

探究的な学習は、地球規模で飛躍的に姿形を変えていく「知識基盤社会」を形成する人材に求められる思考力・判断力・表現力を形成するための、核となる学習活動である。学習指導要領(2018年度より小中学校、2019年度より高等学校で実施)では、探究的な学習活動は「総合的な学習の時間」の改定の主旨を実現するために不可欠な学習方法として扱われ、またとくに高等学校ではこの時間が「総合的な学習の時間」から「総合的な探求の時間」に改称され、その重要性が改めて認識されている(文部科学省, 2018)。

2000年から実施されてきた「総合的な学習の時間」は、主に小学校では体験的な学習を中心とする学びの場として、子どもの発達の特長やそれぞれの学校の地域性を生かした学習計画が校内で引き継がれてきた。しかし、年間を通じて行う活動であるがゆえに、一旦決まった計画(とくに体験的な活動)は型にはまりやすく、児童が創造的に探究的な学習に取り組む仕掛けを教師が行うことは容易ではない。武田ほか(2010)の調査によれば、小中学校の教員は「指導計画の作成の難しさ」「学校による格差」「テーマ設定の難しさ」などを課題としてあげている。

一方、中学校や高等学校では、従来の「総合的な学習の時間」は修学旅行の準備や受験のための補習など、「教科学習では補うことの困難な学習を補う場」としての色合いが強い。大学生に高校時代の「総合的な学習の時間」で印象に残った活動を質問しても一部「探究的な活動をした」学生がいるが、「地域でボランティア活動をした」「地域の合同避難訓練をした」「就業体験をした」などの回答が得られる以外でもっとも多いのは「何をしてきたか記憶がない」という回答である。また探究的な学習活動を行った経験のある学生も、主に文献やインターネットを用いた学習に留まっていることが多い。

教員養成大学に入学する学生の多くは教員を志しており、また将来教壇に立つことを期待されている。自分たちも体験した経験が極めて少ない(あるいは全くない)、非教科的な「探求的な学習」を、教師として指導するにあたり付けたい力の一つは、テーマを設定して研究を遂行する自分自身の能力である。学生にとってみれば卒業論文の作成こそその場であるともいえるが、体験的な活動から課題を見出し、協同的に学習するという小中学校の学習のあり方と卒業論文には相違点が多い。そこで、本研究では「探求」を主要な

* 宮城教育大学教員キャリア研究機構 環境教育・情報システム研究領域

活動の一つとする授業を15回の講義科目の中で実施し、その成果を振り返る。

探究活動とは

探究的な学習とは、「課題の設定」「情報の収集」「整理・分析」「まとめ・表現」のような問題解決的な活動が発展的に繰り返されていく学習活動のことである。また、探究的な学習活動を行う上で重要視されるのが、協同的な学習を行うこと、体験活動を重視すること、言語活動を充実させることなどである（文部科学省、2010）。ただし、高等学校段階の探究的な学習では、実際の体験活動よりはおそらく書籍やインターネット上のデータを読み込んだり、それについて話し合ったりする中で探究を行うことが多いであろうと考えられるし、小学校や中学校ではより自分と関わりのある事象についての体験を重視している。

本研究では、十分な体験的活動を積んでいないと考えられる大学生が、「体験活動を重視する」探究的な学習を自ら行うことがまず必要であると考え、生命理解というテーマで探究的な学習を行うことにした。生物の観察を活動の基底とすることから、科学的なアプローチを重視したが、テーマによって社会科学的な探究が行われることも前提（蒲生、2020）として指導を行った。

授業の方法

15回の授業「生命環境科学」では、生き物の飼育や観察を通じて、(1) 生き物の特徴を理解し、(2) 人と他の生物の関わりについて自分なりの考えを持つこと、(3) 自分の考えを深め、他の人々と共有すること、を目的とする授業を行なっている。これらの目的を達成することにより、生命についての理解を深め、自然と人間の関係を体験を元に考え、教師としての資質を向上させていくことができると考えた。

「生命環境科学」では例年、テーマを決めて探究的な学習を行っているが、例年はグループ学習のみで、個人の探究的な学習活動を行っていない。グループ活動は責任や役割が分散することから学生にとっては取り組みやすいが、その分、学生の追求意欲を十分に高めることが難しいと感じていた。そこで、2020年

度の授業では、探究的な学習活動を個人単位で行ってみたいと考えた。

学習教材として、大学で飼育している「ヤギ」の行動観察を用いることにした。その理由は次の3つである。

一つ目の理由として、家畜動物の飼育活動は、生命について理解を深めるためにふさわしい教材である。動物を飼育する活動とは、観察や調べ学習を通じてその動物が健康に生きていくために必要な環境について学び、それを整える方法を学び実践することである。必要な観察や獲得した知見を通じて人間との間の共通点や相違点を比較する視点が養われ、生命の本質的価値である「循環（生命の連鎖）」「代謝」「かけがえのなさ」といった視点を体験的に獲得することが期待される（斉藤、2019）。

二つ目に、ヤギの飼育は基本的に屋外で行なっていることから、飼育活動は教室や実験室の中で行うわけではなく野外での学習である。野外での学習は、単に教材とされるヤギそのものを観察することにとどまらず、キャンパスの自然を仲間とともに感じ、そこにいる自分を見つめる活動である。学生の中に浮かび上がる探究課題が、授業の時間や教材の物理的範囲を超えて、さまざまなものと結びつき意味づけされる可能性もあると考えた。

三つ目に、2020年度に特有の事情である。2020年はCOVID-19が世界中に広がり、日本でも感染予防の観点から「新しい生活様式」への移行があらゆる場所で行われた。日本中のほとんどすべての大学で、少なくとも4月から9月までの前期の授業がオンラインで提供された。大学一年生は長い受験勉強の後、入学式に出席することも教師や新しい友人に出会うこともなく、自宅などで半年間授業を受け続けたのである。宮城教育大学では、同年10月からの後期の授業では、受講生の人数が一定以下の授業科目が対面で実施されることになったため、「生命環境科学」は1年生の学生たちにとって初めての、数少ない大学での授業の一つになった。授業を開講するにあたり、不安を抱える学生の学びの充実と感染症対策を実現するために、キャンパスの中で学習を行い、屋外であるからこそ可能な受講生同士の交流を可能にしたいと考えた。

受講生は15名であったが、途中で1名が長期入院

治療を行うこととなり、最終報告会に参加したのは14名であった。

なお、この授業では、動物飼育活動への理解を深めるためのオプションとして、自主参加で学生が仙台市八木山動物公園で動物飼育体験を行った。1回につき2名がペアとなり、半日間、担当教員のつきそいのもとで、動物園の動物飼育員の指導を受けて動物の管理や展示の研修を受け、訓練や治療の様子も見せてもらった。この活動は完全に自由参加であったが、結果的には全員が希望し、10月と11月の休日に活動を行っている。実り多い活動であったが、今回の探究活動とは直接の関連性が低い内容についての詳細はここでは省略する。

結果

・授業の流れ

授業の流れは次のようなものであった(表1)。

表1. 授業計画

回	内容
1, 2	ガイダンスと基礎講義
3-6	野外調査 (①観察基礎と安全管理、②テーマ検討、③④テーマ設定と予備調査)
7	中間発表会
8-12	野外調査 (各自テーマに沿って調査。終了時に中間レポートを提出)
13,14	グループ討論
15	最終発表会 (終了後に最終レポートを提出)

15名の学生を4班(1グループ3-4名)に分けて、授業時間を用いて9回の野外調査を行なった。最初の回ではヤギの取り扱いや世話の方法、注意すべきことなどを教え、授業の後で確認を行なった。2回目以降



写真1. 散歩の様子

は、各班1頭ずつヤギの健康観察を行い、リードをつけて学内を散歩し、授業時間終了時にヤギ小屋に戻り、必要な飼育用の餌を与えて終了とした(写真1)。

野外調査を行なった回は、かならず班ごとにその日の活動を短いコメントとしてGoogle Classroomで報告し、クラス全体でそれぞれの班がどのような時間を過ごしているかわかるようにした。報告には写真や動画を添付してもらい、毎週教師がもっとも優れた報告を「週間レポート大賞」として表彰した。表彰自体は特に評価と関連するものではなく、限られた野外調査の機会に細かいことまで観察し記録をとる習慣、またそれを簡潔な言葉で表現する力をつけてもらいたいと考えて行ったものである(写真2)。

想定される探究のテーマの例を野外調査に先立ち学生に示していたが、各自が班ごとに話し合い、興味を持ったことがらについて個人ごとのテーマを設定し、それをどのようにして調べるかを考え、実際にそれを試してみた。毎回授業終了時に自分の考えを振り返って短い文章を提出してもらった。授業のたびに少しずつテーマが絞り込まれる、あるいは変わっていく学生がおり、教師は提出された文章を見て、毎回の授業の冒頭で、学生が選んだテーマや予想される課題についてコメントを行い、これによってクラス全体が様々なアイデアや問題点から学ぶ機会を作るようにした。

11月に行なった中間発表会では、選んだテーマ、それを調べるために用いる方法、試験的に調べた結果を発表してもらった。学生にとっては、自分の考えを客観的に見つめ直す機会であり、また他の学生の発表を聞くことで、新しい視点を得たり、また他班の学



写真2. 週間レポートの例 (作成者の許可を得て掲載)

生との交流を深める目的もあった。教師にとっては、一人一人の学生の考えをゆっくりと聞く機会であり、その場で「明らかにしたいことは何か」「何をすればそれが明らかになるのか」「実際にそれをするにはどのようなデータを取れば客観性が担保されるのか」といったことについて、コメントを行った。例えば最初のうち学生は、「子ヤギが母ヤギを探していた」「ヤギが大好きなどんぐり」などの、極めて主観的な描写や結論をしばしば用いる。「なぜ母親を探していると判断できるのか」「なぜどんぐりが大好きだとわかるのか」などを繰り返し尋ねて、事実を伝えようとするときには擬人的な描写をしないよう心がけることや、心的過程を推論的に記述する場合は根拠が必要でそれを示す必要があること、根拠は可能な限り客観的なデータによって構成することを、繰り返し説明した。以降の野外調査では、学生が方法を決めてデータを採集した。

12回目の最後の回は、雪となり、ヤギの散歩ができなかった。学生は普段と違うヤギの飼育作業を体験し、授業時間の終わりには班対抗で雪合戦を繰り広げた。年末年始の休暇期間を利用して、学生には中間レポートを提出してもらい、コメントを返した。

・グループ討論と発表会

最終発表会に向けて学生を通常活動するのは別のグループに分けてお互いの研究とプレゼンテーションについて、討論を行った。データの不十分な点について指摘を受けて、改めて授業時間外にヤギの観察を行った学生も複数いた。

最終発表会では、1人5分で、研究報告を行った。全員が全員に対して、プレゼンへのコメントと審査を行い、最後に最も優れた研究を全員の投票によって選んだ。

研究のテーマは大きくヤギの行動、ヤギが食べる植物への選好性、飼育活動そのものに関する事、また人が動物から得るもの、の4つに分かれていた(表2)。

表2. 研究のテーマ

カテゴリー	テーマ
行動の意味	「行動目録」の作成による行動のレパートリーの定義
	行動には個体差があるか。それはなぜか
	行動から、感情の動きを推察する
	耳の動きからどのような時に音を聞こうとしているのか考察する
	様々な音に対する行動的応答
食物選択	ヤギにとって好ましいとされる飼料と大学内の野生植物を比較する
	ヤギの好む植物の種類を明らかにする
	ヤギの食物の好みに個体差はあるか。好んで食べる部位、科、属などはあるか。
望ましい飼育の方法	ヤギをスムーズに誘導する方法はあるか。誘導に対する反応に個体差があるか
	ヤギの飼育にあたり、ヤギにストレスを与えずに触れ合う方法とは
人間とヤギ	子ヤギの方が可愛いと感じるのはなぜか
	日常生活の中で動物とのふれあいの場を設けることは生活の質の向上につながるか
	ヤギの世話をすることで人は癒されるのか

・学生の授業への取り組みの振り返り

授業終了時、振り返りのアンケート調査を実施した(N=14)。質問に対して選択回答を行う形式で、最後に自由記述欄を設けた。

「授業の内容(動物とのふれあいの体験に基づいて研究を行う)について知った時、どのように思いましたか」の質問に対する回答(図1)からは、とりあえず授業が座学(受け身の講義)ではないということを知りほとんど全ての学生がそれを歓迎していたことがわかる。もっとも、学生が実習実験を好み講義を敬遠することは、理由に関係なく大学の授業全般について言われていることである。「わくわくした」「頑張ろうと思った」「面白そう」などのポジティブな意見は、それぞれネガティブな意見の数を相当上回っていた。一方、探究学習を「大変そうである」と感じた学生が多く見られた。

「授業を振り返って、良かったこと、大変だったことを教えてください」の質問に対する回答としては、研究が面白かった、活動が面白かった、動物に癒されたなどのポジティブな意見が多数見られたが、研究については「たいへんだった」と感じていた学生もそれなりに見られた(図2)。授業を通じて動物とのふれあいを楽しんでいたが、研究自体については難しさも感じていたようである。

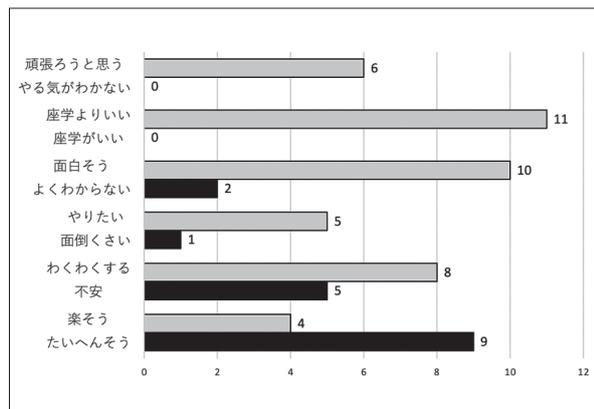


図1. 授業の概要について最初に感じたこと

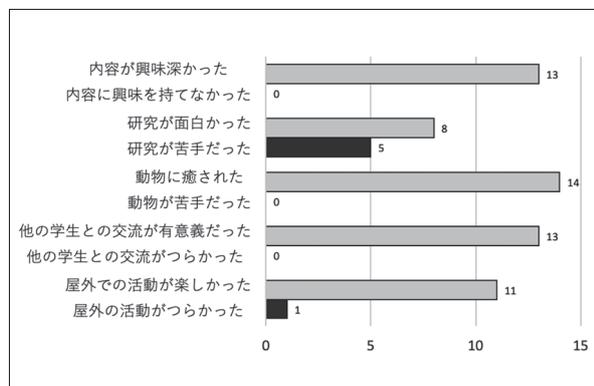


図2. 授業を通じてよかったこと、大変だったこと

考察

・授業におけるふれあいからの学び

学生は授業について、振り返った時に好意的な印象を抱いていた。その理由として、Aさんの次の感想を見てみよう。

今回、動物と沢山触れ合うことで自分自身も癒され、多くの発見をすることができた。前期は家に引きこもっていたため外に出て誰かと話すことがなく、動物はもちろん、人とも会うことはなかった。そんな中でこの授業では、外でみんなで散歩したり、動物園に行ったりと、学ぶ中でたくさんの動物とかかわることができ、人とかかわり方についても学ぶことができた。授業を通して動物の魅力や、正しい知識を持つことの大切さを改めて感じ、今後の動物飼育活動に生かしていきたいと思った。

魅力ある教材は、学修意欲に繋がる。ヤギとふれあう活動が予想外に面白かったり癒されたりする体験であったこと、またクラスが相互に交流を重ねる中で一つになっていったことが、学びに対する積極的な姿勢へとつながったようである。COVID-19の影響による、孤独のストレスから学生たちが解放されたことも、授業に対して積極的であった理由であろう。なおAさんは、当初は画像から種名を判断できるアプリを使用して植物名を調べていた。アプリの信頼性には問題が見られたことから、植物体を採集し植物図鑑を用いて調べる方法を指導したところ、授業時間外に熱心に植物図鑑を眺めるようになっていった。高校の部活動で探究活動に取り組んだ経験があり、深く追求する態度がクラスメートからも常に評価されていた学生である。Aさんのように「動物に癒された」「研究が面白かった」「命の尊さを感じた」などは学生からの自由記述で多く見られた感想であり、授業の目的は概ね達成されていたと考えている。

・探究テーマの発見と追求

15名の学生の中には大学入学後、限られた機会ではあるが宮城教育大学のヤギの飼育に携わる経験を重ねてきたものが5名いた。それらの学生にとって、テーマ決めは普通のヤギとの関わりから自分が感じていた疑問や違和感を抽出し明確にしていくプロセスであり、決定してからデータを集める方法を考え出す過程も含めて授業開始から1, 2回で全てがスムーズに決まっていた。しかし一方、初めて動物飼育を経験する学生もあり、そうした学生にとっては「探究」以前にヤギという生き物に戸惑い、課題を発見することに大き

な迷いがあったようである。

Bさんは、そうした学生の1人である。Bさんは「ヤギには個性があるのか」に素直な関心を抱いていたが、何をどのように調べたら研究といえるのか、という点で迷い、教師との間で何度もやりとりを行った。最終的には、Bさんはアオキ（ヤギが最も好んで食べる植物）を見つけた時の反応や、人間にリードを引っ張られた時の反応など、特定の行動を繰り返し観察し、それぞれの個体に決まった行動の傾向があることを確認した。個体差は個性と言い切れず性差、その時の状況、個体間の関係などの要因によって影響を受けているかもしれないと考え、データの採集方法の課題などをレポートで述べている。Bさん自身は、授業を受講して困難であったこととして「研究内容に具体性を持たせたり、焦点を定めることが難しかった」と述べている。しかし意外にもBさんはこの授業の終了時、「研究が面白かった」と回答しており、また「授業を通じて、もっと知りたいと感じることが増えていった。」「始めは動物に触れ合う機会がほぼ初めてで抵抗があったが、やってみてたくさんのことを知ることが出来た。今回の経験から（中略）日常生活の中でもまず挑戦してみるということを心掛けていきたい。」と述べている。同様に、想像以上の発見があり研究が面白かったという意見は他にも複数の学生から得られている。

探究の「課題を見出す」上で、体験の積み重ねの必要性は明らかである。突然ヤギと出会い「何を課題とすべきか」に迷っていたBさんは、ヤギとの出会いを重ねる傍らで、他の学生の探究テーマや取り組みの方法を知る機会を得、また教師と意見交換を行う中で、限られた授業時間内で探究することのできる観察テーマを決めるに至ったと思われる。Bさんは、それまで探究的な活動を経験したことがなかったが、活動から連続的に発見が得られる体験を通じて、自分の印象を客観的に示すデータの取り方を工夫し、結果を考察するときの観点を身につけ、人にそれを示すことが短期間の間にできるようになっていったのである。

・生命からの学習の一例

CさんもBさん同様、研究に対して不安感を抱えていた。当初は家畜動物の歴史について調べたいという意思を持っていたが、「それでは実際に自分がヤ

ギの世話をする中で考えたことを反映させるのが難しい」（著者は必ずしもそうは考えないが）と判断して、最終的には「なぜ自分は子ヤギを見るとかわいいと感じるのか。誰でもそうなのか。その理由はなぜか」を研究のテーマとして選び、クラスメートにアンケート調査を実施し、その背景であるBaby schemaの現象について調べるに至った。テーマの設定に悩む時間が長く、追求の時間が限られていたため研究自体の広がりには十分に持てなかったが、悩んでいる間に自主的にヤギの世話に通うようになり、ひたむきに教材と向き合う様子が見られた。そのCさんは授業終了時、今後役に立たいこととして次のように述べている。

初回の授業で先生は「動物とのふれあいは、子どもたちとの関わりに通じるものがある」とおっしゃっていました。そのことを、これまでの授業を通して理解できたように思います。私が両者の共通点として見つけたのは、喜びや悲しみといった気持ちを全身で表現するところ、言うことを素直に聞いてくれない所です。特に後者に関してですが、動物たちは、私が「こうしてほしい」と思った通りにはなかなか動いてくれませんでした。ですが接し方を工夫すると、反応もいい方向に変わっていきました。ヤギを例にとると、ヤギの前に立ち、リードを引っ張っても動いてくれませんでした。ヤギの隣に立ち、おしりに優しく触れるとすんなりと歩いてくれました。このように、どのように伝え誘導するかということは動物に対しても子どもたちに対しても大切なことです。今後、教師として子どもたちと接する際には、どのような伝え方や導き方をすれば子どもたちがいやいやではなく気持ちよく動けるのかを工夫したいです。そして、ヤギの隣に立ちおしりを優しくたたいたように、子どもたちに寄り添い背中を押す教師でありたいと思います。

探究を通じて得られる視点や考え方は、探究のテーマを超えて広がり、自分自身に影響を与えていく。またその時にはそのように考えられなくても、振りかえってみた時に生命について自分なりの考え方が形成される根拠になっていたり、知らぬうちに対象を分析する習慣がついているといったこともありうるだろう。

探究活動は授業とともに一区切りとなって終わるものではなく、学習者の心のうちで続いていくものとして考えるべきものなのかもしれない。

課題

授業では Google Classroom を用いて、毎回授業終了後に学生からフォームを提出してもらい、その週の活動を報告してもらい、課題となっていることについて相談してもらおうという形を取っていた。学生への回答は、翌週に全体の前で行なったり、個別に行なったりと、場合によって使い分けることで、共同での学習効果を高めたり、個別の問題点を適切に指導するように心がけていた。授業の時間中にも、一人一人の行動や言葉に対して可能な限り支援を行うように努めた。このような作業を行うのに15名という人数は多すぎることなく、一人一人の研究の深まりを把握するために必要な時間をとることができた。しかし、人数が仮にその倍になれば、一人一人の名前と顔が一致する頃には授業が終了してしまうかもしれない。

授業を進める中では、毎回班ごとの活動を行い、レポートの共有と表彰を行う、個人ごとの活動報告を行う、全体で中間報告の場を設定するなどして、学生が今何をしているのか、次に何をすべきなのか、自分で振り返ることができる機会を設けた。それにもかかわらず、実際に授業時間の大半を占める「ヤギの観察」を行っている時間中は、真剣にデータを取っている様子がなくヤギを見つめ楽しそうに会話をしている学生たちのようすも垣間見られた。そういう学生に限ってレポートでは驚くような考察をすることもあるので、外見の観察からだけでは学生が何を考え、何に焦点を当てているのか明確に判断できないが、そうした行動が他の学生の集中を削ぐような影響力を持つこともあったのではないかと、他者の存在が学生の探究を

促進することもあれば、その逆になることもある。探究は個人ごとの、しかも主体的な活動であることから、活動しているときに教師が全体に対して声がけを適切にすることは容易ではない。例年と比較しても学習意欲の高い学生が多かったのは、2020年であったという特殊事情もあるであろうし、同じことを大人数の集団で実施してもうまくいかないかもしれない。学習者がそれぞれ自分のテーマで探究の道筋を登っているときに、「学びたい」意欲を削がない支援その場でできる支援の方法は何か。さらに分析を深めていく必要がある。

謝辞

授業と共に取り組んだ「生命環境科学」15名の受講生、研究の実施にあたり多くの協力をいただいた宮城教育大学教員キャリア研究機構環境教育・情報システム研究領域の教職員各位、および宮城教育大学自然フィールドワーク研究会の学生の皆さまに深く感謝する。

引用文献

- 蒲生諒太 (2020) 「探究的な学習」の歴史的形成について—高大接続改革に向けた基礎理解の研究—。立命館高等教育研究 20:59-76.
- 文部科学省 (2010) 今、求められる力を高める総合的な学習の時間の展開。文部科学省。
- 文部科学省 (2018) 高等学校学習指導要領解説 総合的な探究の時間編。文部科学省
- 齊藤千映美 (2019) 学校における生命理解教育の現在。地域志向学研究 3, 4-13.
- 武田明典・池田政宣・知念 渉・小柴孝子・嶋政男 (2018) 総合的な学習の時間についての教師のニーズ調査。神田外語大学紀要, 30:235-255.

新型コロナウイルス感染症は保育現場にどのような影響を与えたのか —宮城教育大学附属幼稚園におけるアンケート調査から—

溝田浩二*・佐藤みちる**

What Kind of Influence did COVID-19 have in a Childcare Site? : From the Questionnaire
Survey of Miyagi University of Education affiliated Kindergarten

Koji MIZOTA and Michiru SATO

要旨：宮城教育大学附属幼稚園における新型コロナウイルス感染症の影響を把握することを目的として、附属幼稚園の教員を対象としたアンケート調査を実施した。その結果、園児とのスキップが減少している、保護者対応に難しさを感じている、対応に追われて保育者が疲弊している、といった実態が明らかになった。また、コロナ禍にあっても園児たちの自然との関わりは減少していないことがわかった。

キーワード：新型コロナウイルス感染症、アンケート調査、宮城教育大学附属幼稚園

1. はじめに

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の世界的な感染拡大が続くなか、日本では2020年4月16日～5月27日までの期間、全国に緊急事態宣言が発出された。就学前教育・保育施設等においては休園や登園自粛を求められ、保育・幼児教育の現場はその対応に追われた。また、園児、保育者、保護者の安全を確保しつつ、子どもたちが学び育つ権利をいかに保障することができるのか、非常に難しい課題に直面することになった。長期化する「新たな生活様式」の中で、保育現場はどのような影響を受けたのであろうか。

本研究では、宮城教育大学附属幼稚園（以下、附属幼稚園）における新型コロナウイルス感染症対の影響を把握することを目的として、附属幼稚園の教員を対象としたアンケート調査を実施した。

2. 附属幼稚園におけるコロナ対応方針

附属幼稚園は2020年（令和2年）5月22日、保育開始後の感染防止対策の取り組みの方針を示し、保護者への協力を呼びかけた。それが以下の「保育開始

に当たっての感染防止対策について」という文書であった。

1. 保育中の感染防止対策の取組について

【登園】

- 登園時刻は8:40とします。保護者の皆様は「けんこうきろくカード」を滝のところにある学級ごとのカゴに入れてください。適度な間隔の確保にもご協力ください。
- 検温や「けんこうきろくカード」を忘れた場合は、滝の前で非接触型体温計を使用して検温を行います。その際、37.5℃以上の体温の場合はその場で早退をしていただくこととなりますのでご了承ください。
- 登園時の挨拶のための握手等は行わないようにします。

【朝の集まり】

- 下駄箱のところにある消毒液で、手をしっかりと消毒してから、入室をします。各保育室での登園後の準備はこれまで通り行います。アレルギー等

*宮城教育大学教員キャリア研究機構、 **宮城教育大学附属幼稚園

がある場合は、石けんと流水による丁寧な手洗いを行います。

- 必要なお子さんはトイレへ行きます。トイレ後の手洗いをしっかりと行うようにしていきます。
- 手洗いは、個別のタオルは使わずにペーパータオルで拭くようにします。
- シール帳にシールを貼るときには密集しないように場を設置し、シールは共有しないように一人一人にシールを割り当てます。
- 保育室を可能な限り常時開放し、換気を十分に行います。可能な限り間隔をとった形で集合し、10分以内で行います。室温には十分に気を付け、エアコンや衣服で温度調節を行っていきます。
- 絵本の貸し出しは当面の間行いませんが、貸し出しが始まってからは必ず朝に貸し出しを行い、借りた本は個々の絵本バッグに入れるようにします。返却された絵本はまとめて返却用のかごに入れて寄せておき、消毒が終わるまでは貸し出しはしないようにします。

【外遊び】

- 基本的にはマスクを着用し、手洗いを徹底していきます。
- 荒天の日以外は、基本的に園庭やテラスでの外遊びを行います。固定遊具等でお子様が密集しそうな場所には職員が付き、適度な間隔を保ちながら遊ぶことができるように援助します。
- 外で遊んでいる時間は、保育室の窓を全開にして空気の入替えを行います。
- マスクの着用による熱中症を予防するため、こまめな休憩や水分補給の声掛けを行っていきます。

【室内遊び】

- マスクの着用と手洗いを徹底していきます。
- 雨天の場合については、遊ぶ場所を保育室のほか、西遊戯室や東遊戯室、テラスとし、換気を十分に行うことで、密集や密閉を避けるようにしていきます。
- 使った本を置く場所を各学級ごとに設置し、遊びの中で使った本は消毒を行うようにします。
- 相撲などの近距離で組み合ったり、接触したりする運動遊びは当分の間控えるようにします。

□ テーブルを出す場合は、使用前に必ずアルコール消毒をします。

- 制作遊びの場面では、自分ののりやはさみを使うようにしたり、道具を共有する場合には使用した道具を消毒します。のりを使用する際の手拭きのタオルは共用せず、ウエットティッシュ等で対応します。

【片付け】

- 片付けの際に洗い物がある場合には、水を張ったらいを分散して設置し、そこで洗い物をする事で密集を避けるようにします。
- 足を洗った後のタオルの共有を避けるため、着替えと一緒にタオルも用意していただき、個人のものを使用するようにします。

【着替え】

- 密集にならないように着替えのスペースを十分に確保します。また、着替えの服が混ざらないように留意していきます。
- 着替えをする際にマットの共用を避けるようにします。床に座ることが嫌な場合は自分の絵本袋を使用するなど、個人のを代用します。

【お日さまタイム】(今後、通常保育になった場合)

- マスクを着用します。遊びの時間に落としたり、床に置くなどした場合はマスクを交換して着用します。保護者の皆様には予備のマスクを持たせていただきますようお願いいたします。布マスクの場合は持ち帰りますので、持ち帰り用の小さな袋をご用意ください。
- テーブルを出す場合は、使用前に必ずアルコール消毒をします。
- テーブルに並んで座るようにし、対面にならないようにします。また、適宜遊戯室等も利用して、十分な間隔がとれるようにします。
- 制作遊びの場面では、自分ののりやはさみを使うようにしたり、道具を共有する場合には使用した道具を消毒します。のりを使用する際の手拭きのタオルは共用せず、ウエットティッシュ等で対応します。

【お弁当】(今後、通常保育になった場合)

- 食べる前に石けんによる手洗いとアルコール消毒をします。
- テーブルをアルコール消毒します。
- テーブルに並んで座るようにし、対面にならないようにします。また、適宜、遊戯室等も利用して、十分な間隔がとれるようにします。

【帰りの時間】

- 換気を十分に行い、可能な限り間隔をとった形で集合し、10分以内で行います。
- 読み聞かせを行う場合は、担任とお子様の距離が近くなりすぎないようにします。
- 「けんこうきろくカード」は、毎日返却いたします。

【降園】

- 帰りの準備が終わったら、可能な限り短い時間でさようならの挨拶をします。
- 園庭で担任の連絡を行った後、保護者の皆様と一緒に降園になります。

【降園後】

- 保育室は換気を行いながら、毎日清掃を行います。
- 机やイス、ドアの取っ手、固定遊具などを毎日消毒します。

2 その他

- 附属幼稚園の保育においては、子どもたちの「遊び」は大変重要なものであり、遊びの中でのお子様同士の接触はどうしても避けることができないと考えております。その上で感染防止のためには、①必ず手洗いをしっかりとすること、②基本的にマスクは着用させ、とらないようにすること、③友達のマスクには触れないようにすること以上3点に取り組んでいきます。ご理解とご協力をどうぞよろしくお願いいたします。

3 今後の予定について

- 誕生会は「密閉」「密集」「密接」を避けるという点から、当面の間行わないことといたしますが、実施が可能になり次第、内容を工夫しながら行う予定であります。
- 「ふよう七夕夏祭り」は、室内に多人数が集まる行

事であることと、この時期に「3密」を避けて行うことはできないとの判断から、今年度は中止とさせていただきます。

- 「親子ふれあいレクリエーション」は、6月の時点で実施することは新型コロナウイルスの感染拡大防止の観点から難しいと考えます。しかし今後、実施が可能な状況と判断できるようになれば実施する予定であります。ただし、状況によっては、今年度は中止とさせていただく可能性もありますことを、ご了承ください。

附属幼稚園では上記の文書に記載された方針に沿う形で、感染対策に十分に配慮しながら2020年度の保育活動を進めてきた。

3. アンケート調査**3-1. アンケート調査の方法**

こども環境学会が2020年夏に実施したアンケート調査『コロナ禍状況の保育所・幼稚園・認定こども園における休園・登校自粛への対応とこどもたちへの影響に関する調査』を参考にして、以下に示すアンケートの質問項目を作成した。2021年（令和3年）1月12日（火）～1月27日（水）の期間、附属幼稚園の教員を対象としてWebアンケートを実施し、計10名から回答を得た。

3-2. 質問項目と回答結果

質問項目としては、「コロナ禍により園児への対応で変わった点について（問1）」、「コロナ禍における休園あるいは分散登園期間が園児たちに与えた影響について（問2）」、「現在直面している問題点について（問3）」、「附属幼稚園における保育活動の変化について（問4）」の4つに分類して作成し、それぞれの質問について、①非常にそう思う、②そう思う、③あまりそう思わない、④全くそう思わない、のいずれかを選択してもらった。また、その番号を選択した具体的な理由を記述してもらった。以下にアンケート調査の回答結果を示す。

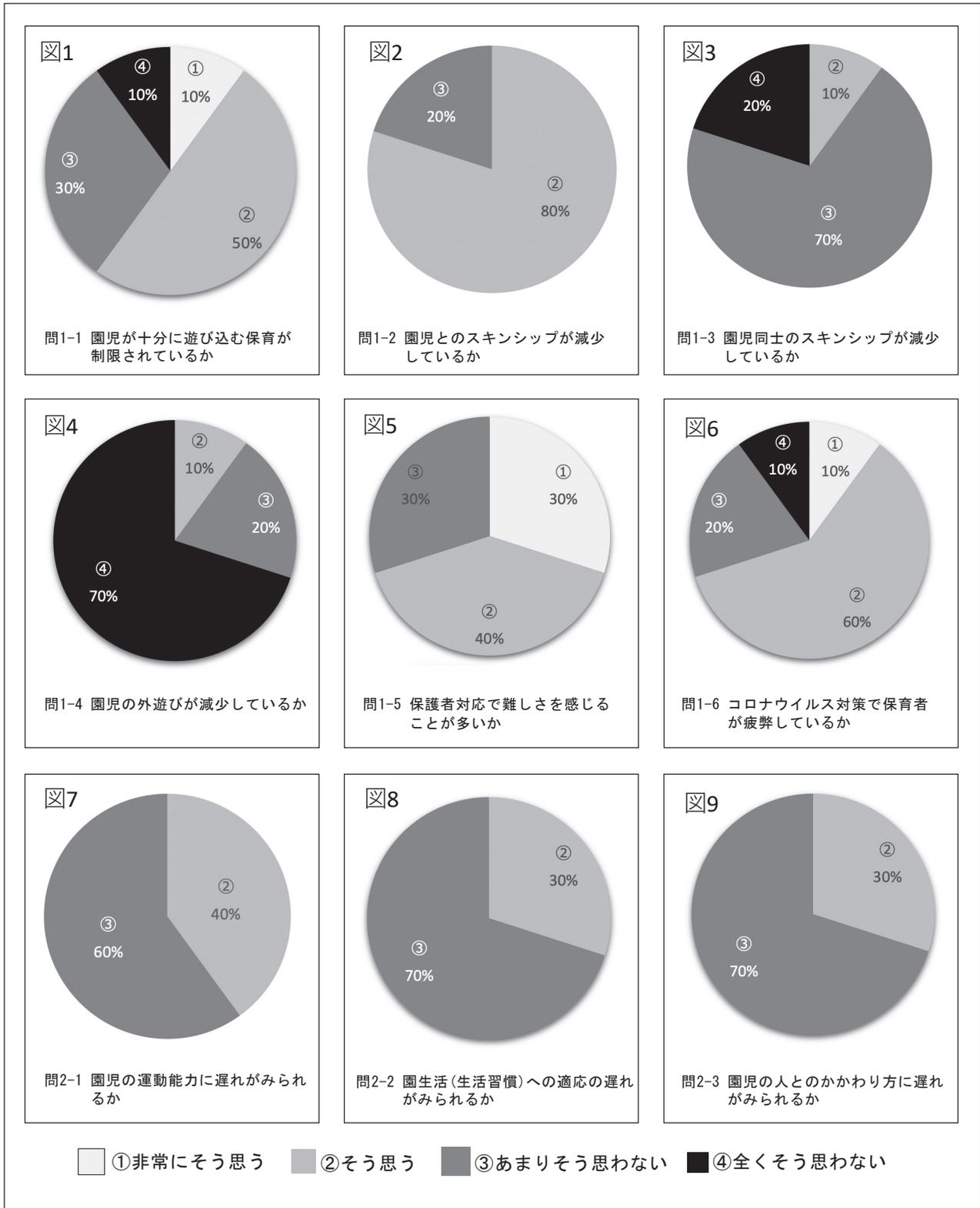


図1-9. アンケートへの回答結果

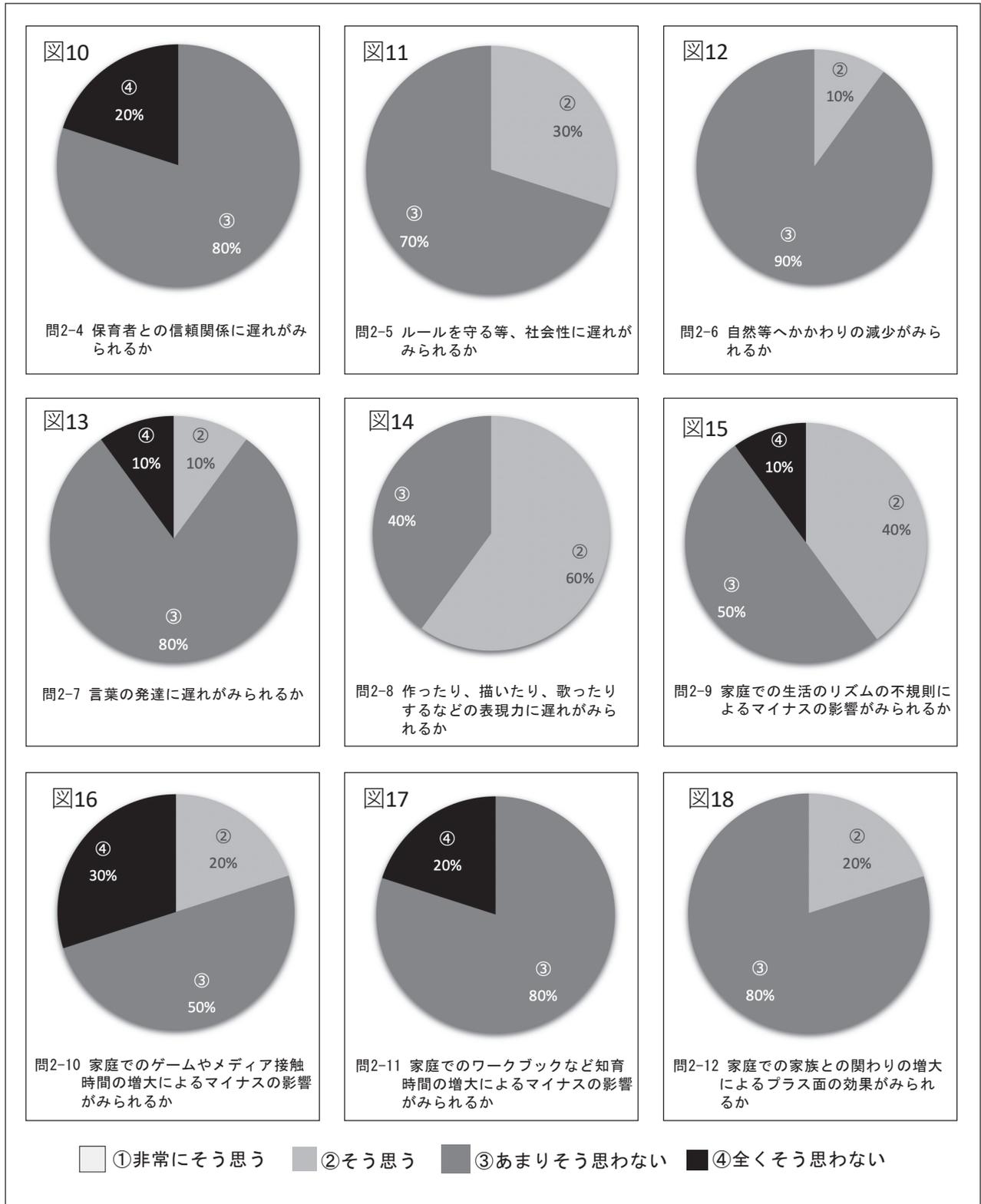


図10-18. アンケートへの回答結果

問1 新型コロナウイルス感染症の流行により、園児への対応で変わった点はありますか。

問1-1 園児が十分に遊び込む保育が制限されているか (図1)

[回答] ① 10% ② 50% ③ 10% ④ 10%

[具体的には] マスク着用で息が上がる／食事・食育 (ができない) ／道具の共有を避けることで制作コーナーを作りにくくなった／食を伴う保育ができなくなった／共有して使わなければいけないものは出さないようにしている／一年を通しての遊びの時間が短く経験が不足している

問1-2 園児とのスキンシップが減少しているか (図2)

[回答] ① 0% ② 80% ③ 20% ④ 0%

[具体的には] 感染症予防のため教員からのスキンシップを控えているが、子どもたち自身も自ら意識して気をつけている様子が散見される (ex: ハイタッチは手のひらを合わせるのではなく肘を使って行う等) ／あまりスキンシップをとらないようにしている／距離をとらないといけないので／子どもと触れ合う回数や時間が多くならないように意識している／ディスタンスの問題から減少傾向／3歳児は自分から密着してくるので、来た場合は受け入れるがこちらから積極的に抱き寄せたり、肌を直接触ったりしないように気をつけている

問1-3 園児同士のスキンシップが減少しているか (図3)

[回答] ① 0% ② 10% ③ 70% ④ 20%

[具体的には] なし

問1-4 園児の外遊びが減少しているか (図4)

[回答] ① 0% ② 10% ③ 20% ④ 70%

[具体的には] 休園中のステイホームで身についた生活習慣や室内遊びの習慣が影響しているのか、外遊びが大好きだった幼児も室内で遊びたがるものがあつた／アニメやゲームの影響をより強く受けているのか「早く帰ってゲームがしたい」と言い、幼稚園の遊びに興味をもてない幼児も散見された

問1-5 保護者対応で難しさを感じる人が多いか (図5)

[回答] ① 30% ② 40% ③ 30% ④ 0%

[具体的には] 感染症を心配してある程度の制限を望む保護者と、保育の機会の充実を望む保護者とがあり、対応の難しさを感じている／幼稚園の感染症対策に対する方針を理解いただけるように配慮していく必要がある／個人の思いに差がある／それぞれの保護者ごとに対策に対する考え方や望む保育に差があり、どこまで実施するか判断が難しい／感染症対策への意識や保育に望むことに個人差がある／意識やそれに伴う対応の仕方 (心構え) にずれが生じている／保護者が気になっている要望にすべて答えることが難しいが、その点を理解してもらったり、幼稚園での対応を理解してもらったりすること

問1-6 コロナウイルス対策で保育者が疲弊しているか (図6)

[回答] ① 10% ② 60% ③ 20% ④ 10%

[具体的には] 毎日の消毒作業や昼食時の準備等、様々な場面で負担が増えていると感じる／降園後に行う消毒作業が負担に感じることがある／行事計画も感染症対策を念頭に入れておく必要があり、例年通りにできないことがほとんどだった／日常の保育をはじめ行事等で常に感染症対策をとった新しいやり方を検討しなければならないこと／保育や行事の在り方を見直すことが多々ある／意識に差はあるものの気遣いの面で感じる／行事の組み換えが多い

問2 コロナ禍における休園あるいは分散登園期間、園児たちにどのような影響を与えたと思いますか

問2-1 園児の運動能力の遅れ (図7)

[回答] ① 0% ② 40% ③ 60% ④ 0%

[具体的には] 体を動かすことで得られる感覚を十分に得られていないのではないかと思う／親子レクリエーションで特に園児の運動能力の遅れを感じた／例年に比べて活動量が少ない

問2-2 園生活 (生活習慣) への適応の遅れ (図8)

[回答] ① 0% ② 30% ③ 70% ④ 0%

[具体的には] 集団生活のリズムになかなか合わせられない幼児が散見された／6月から登園が始まった当初、分散登園で一日おきの登園となったため、生活のリズムをつくれぬという保護者からの話がきかれた／経験が足りない

問2-3 園児の人のとのかかわり方の遅れ (図9)

[回答] ① 0% ② 30% ③ 70% ④ 0%
 [具体的には] 経験が足りない／(3歳児なので当然といえば当然だが) 入園当初は初めて同世代の子どもと関わる幼児も多く、自分以外の子どもがいるということから教えた。保護者曰く、普段だと意識して行くようにしていた児童館や支援センターに行くことができなくなったので、友達のことを忘れてしまったと言っていた

問2-4 保育者との信頼関係の遅れ (図10)

[回答] ① 0% ② 0% ③ 80% ④ 20%
 [具体的には] なし

問2-5 ルールを守る等の社会性の遅れ (図11)

[回答] ① 0% ② 30% ③ 70% ④ 0%
 [具体的には] 経験が足りない／関わり方の減少ともなって

問2-6 自然等へかかわりの減少 (図12)

[回答] ① 0% ② 10% ③ 90% ④ 0%
 [具体的には] 春の時期の戸外遊びが減ったのは残念だった

問2-7 言葉の発達の遅れ (図13)

[回答] ① 0% ② 10% ③ 80% ④ 10%
 [具体的には] 経験が足りない

問2-8 作ったり、描いたり、歌ったりするなどの表現力の遅れ (図14)

[回答] ① 0% ② 60% ③ 40% ④ 0%
 [具体的には] みんなで歌を歌うことに少し配慮が必要なため／経験が足りないことに加えて歌うことへの制限がある／歌う機会が少なくなっていると感じる

問2-9 家庭での生活のリズムの不規則によるマイナスの影響 (図15)

[回答] ① 0% ② 40% ③ 50% ④ 10%
 [具体的には] 家族に合わせて夜更かしをしたり、寝坊をする幼児も見られた／6月から登園が始

まった当初、分散登園で一日おきの登園となったため、生活のリズムを作れないという保護者からの話がきかれた／休み明けの登園渋りも若干あった

問2-10 家庭でのゲームやメディア接触時間の増大によるマイナスの影響 (図16)

[回答] ① 0% ② 20% ③ 50% ④ 30%
 [具体的には] ステイホーム中に初めてゲームを経験した幼児もあり、夢中になって遊んでいたようだった。中には、明らかに幼児向けの作品ではないものに夢中になる様子も見られ、幼稚園での遊びにも影響した

問2-11 家庭でのワークブックなど知育時間の増大によるマイナスの影響 (図17)

[回答] ① 0% ② 0% ③ 80% ④ 20%
 [具体的には] なし

問2-12 家庭での家族との関わりが増大によるプラス面の効果 (図18)

[回答] ① 0% ② 20% ③ 80% ④ 0%
 [具体的には] 保護者の方がゆっくりと確実に身辺自立を教えてくださいとお願いしていると思う

問3 現在、お困りの点、お気づきの問題点等はありませんか (図19)

- ①園児の指導よりも対策が中心となっている
- ②対応に追われ職員の負担が増加している
- ③職員の離職が懸念されている
- ④職員の確保が困難となっている
- ⑤財政面から園の存続が危ぶまれている
- ⑥必要な備品の確保に支障がある
- ⑦保護者対応
- ⑧その他

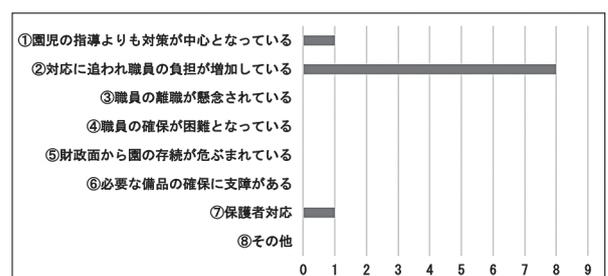


図19. 回答結果 (現在直面している問題点)

問4. 附属幼稚園における保育活動の変化について、
お気づきの点を教えてください

問4-1「好きな遊びの時間」の変化について

① 園児どうしの関わりについて

[回答] 分散登園により園児同士の名前と顔が一致せず、関係性が深まるまでに時間がかかった／分散登園の際、クラスをグループに分けてローテーションで組み合わせを変えながら登園していたが、仲良しの友だちとなかなか遊ぶことができなくなり、登園渋りに発展した幼児がいた／マスクを着けていることにより顔を認識できないと感じた／特に新入園の園児は、同じクラスや学年の園児同士の名前と顔が一致するのに時間がかかった／分散登園だったことで、同じグループの友達の名前を覚えるのは早かった。グループの組み合わせが変わった時には、もっと友達がいることに気づき、喜ぶと同時に以前同じ日に遊んでいた友達と会えず、遊びが続かなかった／同じ遊び場でも別々の遊びをしていた

② 環境構成について

[回答] モノの共有をなるべく避けるようにした／モノの共有はできる限り避け、個人所有のモノがあればそれらをしようさせていた／モノを共有しないように配慮している／道具は共有しないようにさせた／密にならないような空間づくりを心がけた。モノの共有はしないようにさせたが、共有を避けられないものもあった。(セロハンテープ、スズランテープ、自由に使ってもいい紙類など)／あまり変化はないが、経験不足(幼稚園での生活や友達との関わり、遊びのスキル等)の点は否めない

③ 遊びについて

[回答] 遊びの始まりが遅れたことで、例年の夏と比較して夏の遊びの様子が遅れていた。公開研究会に向けて焦ることが多かった／休園期間が長くなったため、子どもたちの遊びの発展や深まりが1～2ヵ月遅れているように感じられる／分散登園だったことで年度初めはひとりひとり丁寧に関わることができ、遊びを見守ったり、遊びに誘ったりすることができた

④ その他(感染症対策をとりながらもより良い保育ができるように工夫した点、環境構成で配慮した点など)

[回答] 休園期間中に園児や保護者に向けてホームページにて期間限定で配信した動画が、園生活に期待をもたせたり、手洗いやうがい等の感染症対策を周知するのに有効であった／モノを共有しないように、道具を増やして遊びの保証をした。しかし貸し借りも学びなので、その点については十分ではなかった。屋外での活動を増やし、密にならない環境で遊びを充実できるようにした

問4-2 食育の変化について

① 食育の実施状況

[回答] 園庭でとれた梅の実を使った梅ジュース、焼き芋、スイートポテト／計画予定したことができなかった／冬休み前までは可能な限り手指消毒やマスクの着用等の工夫をして行ってきたが、冬休み後は実施が難しい状況になっている／12月以降実施していない／実施していない／通常の1/4程度／12月前まではよく行っていた

② 感染症対策に配慮した点

[回答] 手洗い・消毒を徹底し、なるべく直接手に触れないようにした／手洗いと手指消毒、道具の消毒、食事の際のパーテーションの活用／手指消毒、マスクの着用、直接食物に手を触れないような工夫(ビニール袋に入れたものを袋の上からもむ等)／消毒の徹底や共有を減らすなど／手洗い、消毒、マスクの着用／実施していない／モノを共有しない工夫／消毒をする、教師が配る

問4-3 園生活全般における変化について

① 集まりについて

[回答] 前を向いて一方向に集まることが多くなった／一斉での歌唱は行わない。可能な限り間隔をとる。マスクの着用／絵本を見るときには隣同士の子と間隔が空くようにした。できる限り一方向を向いて座るようにした／距離をとって同じ方向を見て座る／前を向いて座る／あまり歌わない／集まるときは必ずマスクを着用する

② 昼食について

[回答] テーブルは2人掛けにし、真ん中にパーテーションを設置。昼食後の歯みがきは行わずうがいのみ実施(水道の端と端で)／4人掛けのテーブルにパーテーションを設置していた。1月以降は4人掛けのテーブルに2人が着席し、パーテーションを設置している。保育室と遊戯室を使い、食事中のクラスの定員を半分にしている／テーブルの数が増え、配置片付けに時間がかかった／可能な限り対面にならないようにする。会話を極力行わないように指導する。パーテーションをテーブルごとに設置する／4人1テーブルから2人1テーブルに変更／1つのテーブルに座る人数を減らした(2人)／パーテーションを置くようにした／テーブルの距離を離す。飛沫防止のシートを使用する／テーブルに座る幼児の数を減らす、密を避ける／テーブルの数を増やし座る人数を減らした。マスクを外すタイミングを「いただきます」の挨拶をしてからとし、食べ終わったらすぐに着用するように声掛けている

③ 身支度、手洗いの指導等について

[回答] 手洗いは使い捨てのペーパータオルを使用する／ウォールポケットを活用し、シールやお便りを個人管理にした。園庭帽子やコップは毎日持ち帰り、幼稚園で使用したらすぐにリュックに戻すようにした／園庭帽子はロッカーには掛けず、毎日持ち帰り。手洗いはペーパータオルで手を拭く／シールを個人持ちにした。マスクケースを準備した。園庭帽子は自分のリュックにしまってお持ち帰るようにした／個人持ちを多くし、共有するものをなくした／手洗いの方法を水道に掲示した

問4-4 その他(※問4-1～問4-3以外で、園生活、保育での変化、配慮した点などがあればお教えください)

[回答] マスク入れ、マスク常時着用／年度初めからマスク着用だったので口元が見えず、だれが話しているのかを把握するのに時間がかかりキョロキョロ見回してしまう場面が多かった。朝の受

け入れ時など、一人一人しっかり挨拶するなどして声を聴き分けできるようになった

4. 考察

休園・登園自粛期間終了後の子どもの変化について、「影響がみられる(「そう思う」の割合が高い)」と回答があった項目は、園児とのスキンシップ(図2)、保護者対応(図5)、保育者の疲弊(図6)であった。コロナ対応のために園児とのスキンシップの機会が減少する一方、保護者との対応に難しさを感じている保育者が多く、保育者たとの疲弊が大きいことが明らかになった。

逆に「あまり影響がみられない(「そう思わない」の割合が高い)」と回答があった項目は、園児同士のスキンシップ(図3)、外遊びの時間(図4)、園生活への適応具合(図8)、人とのかかわり方(図9)、保育者との信頼関係(図10)、社会性の遅れ(図11)、自然とのかかわり(図12)、言葉の発達(図13)、家庭でのゲームやメディア接触時間の増大によるマイナスの影響(図16)、家庭でのワークブックなど知的時間の増大によるマイナスの影響(図17)、家族との関わり方の増大によるプラス面の効果(図18)などである。著者らは2019年度に附属幼稚園の園庭の樹木調査を行い(溝田ほか、2020)、その環境教育への活用について共同研究を進めていたことから、コロナ禍でも園児たちの自然との関わりが減少していなかったという結果に胸をなでおろした。

また、十分に遊び込む保育ができていないか(図1)、運動能力に遅れがみられるか(図7)、表現力に遅れがみられるか(図14)、家庭での生活リズムの不規則によるマイナスの影響がみられるか(図15)といった項目では意見が分かれた。

「現在、困っていること」としては、多くの保育者が「対応に追われて職員の負担が増加している」と回答した。コロナ禍で保育現場の負担が多様化、増加の傾向があり、保育者たちが疲弊している現状が浮き彫りになった。長期化する「新たな生活様式」の中で、こうした実態を周囲がきちんと理解し、保育者をサポートしていく体制づくりが求められている。

謝辞

本研究の機会を与えていただいた附属幼稚園長の木下英俊先生をはじめ、アンケート調査にご協力いただいた附属幼稚園の教職員の皆様、Web アンケートの作成にご協力いただいた教員キャリア研究機構の斎藤有季さんに厚くお礼申し上げます。本研究は本学教員キャリア研究機構で進めているプロジェクト研究「新型コロナウイルスに対応した環境教育推進のためのガイドライン作成—附属校園との連携、ICTの活用をとおして（2020年度～2021年度）」の一環として実施された。

引用文献

溝田浩二・宍戸佳央理・片平みちる，2020．宮城教育大学附属幼稚園の樹木とその環境教育への活用，宮城教育大学環境教育研究紀要，22: 31-38.

仙台七夕の学習への竹の利用とその効果

—宮城教育大学附属小学校第3学年「いずみタイム」での試み—

西城 潔*・三井雅視**・加藤千佳**・牧野裕可**・千葉 廣**・佐藤竜晟**

Bamboo Utilization in Comprehensive Learning about Sendai Tanabata Festival
and its Positive Effects on the Environmental Ethics of Students

Kiyoshi SAIJO, Masashi MITSUI, Chika KATO, Yuuka MAKINO,
Hiroshi CHIBA and Ryusei SATO

要旨：2020年度の宮城教育大学附属小学校第3学年の総合的学習「いずみタイム」では、コロナ禍の条件も考慮し、竹を用いた仙台七夕学習を試みた。仙台七夕についての調査とまとめに始まり、七夕飾りの制作とお披露目の会の実施、七夕飾りと竹の再利用（竹炭焼き）といった一連の活動に取り組むことで、自然物による体験学習の機会を児童に提供することができた。また調べ学習に意欲的に取り組む姿や、資源の再利用に関する意識の高まりなど、児童の資質・能力の醸成につながるような効果も認められた。

キーワード：竹、仙台七夕、再利用、総合的学習、SDGs

1. はじめに

宮城教育大学附属小学校の第3学年では、例年4-10月にかけて、「いずみタイム」(総合的な学習の時間)で「仙台七夕とわたしたち」の学習に取り組んでいる。学習は主に2つの活動から成っている。第一に仙台七夕祭りについての調査活動である。仙台市の魅力の中でも仙台七夕祭りに焦点を当て、仙台七夕がどのような祭りなのか調査を行う。第二に七夕飾りの制作と祭りへの参加という体験活動である。児童が制作した飾りは毎年8月に行われる仙台七夕祭りで商店街に飾られ、祭りを彩る。夏季休業中のため希望者のみの参加となるが、実際に商店街に出向き、飾り付けを行うことで、仙台七夕祭りに参加する。そして、これら二つの活動を踏まえ、まとめることで「仙台七夕とわたしたち」の学習は一区切りとなる。

ところが2020年は、新型コロナウイルスによる3-5月にかけての臨時休校、仙台七夕祭りの中止といった予想外の事態により、以上のような例年通りの

学習を進めることが困難となった。また臨時休校期間中、「ステイホーム」により児童は自宅で長い時間を過ごすことを余儀なくされた。このような状況下、今年度は例年と異なる視点・方法で仙台七夕の学習に取り組むこととなった(三井ほか, 2020)。

本稿では、この七夕学習において「例年と異なる視点・方法」の1つとして取り入れた、竹の利用とそれに関連した活動について報告する。具体的には、主に七夕飾りへの竹の利用、使用済みの素材や竹の再利用について紹介し、児童の反応や感想もふまえながら、その成果と課題について考察する。

2. 竹利用のねらいと活動内容

(1) 竹利用のねらい

今年度の「いずみタイム」で仙台七夕の学習に本物の竹を導入した理由の第一は、児童に仙台七夕を「自分ごと化」してほしかったためである。例年行われる仙台七夕祭りでは、飾り付け当日、児童は主催者の準

*宮城教育大学社会科教育講座、 **宮城教育大学附属小学校

備した竹に触れることが可能であるが、参加は任意であり、全員にその機会があるわけではない。しかし仙台七夕祭りの中止により校内で飾り付けを行う結果になったことは、本物の竹を活用した七夕学習を児童に体験させる上ではむしろ好都合であった。竹の利用で児童の「臨場感」が高まり、彼らが仙台七夕を「自分ごと」として捉えることにつながるなら、活動はより意義深いものになるだろう。第二の理由は、児童に自然物に触れる体験学習の機会を保障したいと考えたことである。本校は仙台の中心市街地に位置しているため、そもそも自然環境や緑に恵まれた環境にあるとは言い難い。加えて本年は「ステイホーム」のため、児童が野外で動植物と関わる場面は減少したはずである。七夕学習を通して本物の竹の色彩・質感や素材としての特性に触れることになれば、そうした「自然体験不足」の埋め合わせができるかもしれない。さらに第三の理由として、資源再利用の視点を提示する意図もあった。すなわちバイオマスという竹の特性を活かし、七夕飾りとして使い終わった後の再利用をも組み込むことで、資源の循環的利用への意識を喚起できる可能性があるだろう。この第三の理由は、「持続可能な生産消費」や「陸上生態系の持続可能な利用」をターゲットに掲げるSDGs（持続可能な開発目標）の理念にも沿うものといえる。

(2) 竹を利用した活動の概要

次に具体的な活動内容について述べる。仙台七夕についての主な学習内容は以下の3つであるが、そのうち②・③において竹を利用した。

- ① 仙台七夕についての調査とまとめの活動（お話し朝会、資料を活用しての調査、ゲストティーチャーによる講話、レポートによるまとめ）6-7月
- ② 七夕飾りの制作とお披露目の会の実施 7-8月
- ③ 七夕飾りと竹の再利用 10-12月

竹は校長（西城）が名取市の山林で伐採したものを持ち込んだ。この竹を、児童が制作した七夕飾りとともに職員室のテラスに設置した（活動②）。利用後の竹は、「無煙炭化器」による炭焼き（西城，2011；西城ほか，2014，2015）により竹炭化した（活動③）¹⁾。活動②と③は実施時期に数ヶ月の隔たりがあったが、児童に活動のつながり（継続性）を意識させられるよ

う、この間、七夕飾りや竹の再利用の方法について学級で話し合い活動を行った。また、こうした取組が児童にとっても教員にとっても初めての経験であったため、児童の意見を基に、学年の担任団（三井・加藤・牧野・千葉・佐藤）を中心に実現可能な方法を模索したり、必要な器具の調達をしたりするのに、この程度の実施時期の間隔は必要であった。

3. 仙台七夕学習と竹の利用・再利用

(1) 仙台七夕についての調査及びまとめの活動

臨時休校が終わった6月、3年生から始まる「いずみタイム」のオリエンテーションを行い、6月中旬から仙台七夕をテーマに課題を設定し、ゲストティーチャーの講話や調査活動に取り組んでいった。児童が選んだテーマは、七夕祭りの由来に関するもの、仙台七夕の歴史に関するもの、七つ飾りの意味に関するものなど様々であった。竹に関するものでは、七夕と竹の関係について調査しようとするものが多かった。

調査を進める中、6月25日（木）にお話し朝会という全校行事において、「竹のたくましさ しなやかさ」という題目で校長が全校児童向けに10分程度の話題提供をした（図1）。これは3学年向けに行ったものではないが、児童がまさに仙台七夕についての調査活動を始めた時期と重なったことから、竹への関心を呼び起こす効果があった。



図1. お話し朝会用に作成したプレゼン資料（一部）

調査とまとめの活動には、およそ1か月を要した。七夕と竹の関係について調査し、レポートにまとめたある児童は、竹の成長が早いことや殺菌作用があることに驚き、「竹を使うことにたくさんの意味があるなんて知らなかった」「今年は仙台七夕はありませんが、

竹の力でコロナウイルスをはらって、来年からまた再開できるようになったらいい」と感想をまとめていた。

(2) 七夕飾りの制作とお披露目の会の実施

調査活動と並行し、7月中旬から七夕飾りの制作を行った。新型コロナウイルス対策に留意しながら各学級1つずつ飾りの制作に取り組み、およそ3週間で完成した。なお、資材の準備については(株)文具のキクチの菊地和男氏にご協力いただいた²⁾。

8月3日(月)、3年生4学級分と、交流学习を行ってきた本学特別支援学校3学級分、合せて7つの七夕飾りを、本校2階の職員室のテラスに飾り付け、お披露目の会を行った(図2)。このお披露目の会に向けて、仙台七夕の雰囲気盛り上げるべく数日前から3年生担任が竹の切断・加工を行い、児童の制作した七夕飾りとともにテラスへ設置した。



図2. 七夕飾りを見上げる子供たち

お披露目の会では、学級ごとに行灯のデザイン画を指し示しながら、飾りに込めた願いを発表した。また校長がテラスに配置した竹について説明をした。この日は大変天気が良く、自分たちの作った飾りが青空と重なり、風に揺られる様子を見て、児童は大変満足そうであった。会の終わりに行った感想発表では、代表児童の1人が「飾りだけでもとてもきれいだけど、本物の竹があると、七夕らしくていいな」という感想を述べた。最後に、学年全員で七夕飾りを背景に記念撮影を行って会を閉じた。七夕飾りはこの日から5日間テラスに飾られることになった。この間、飾りを目にした全校児童や来校者からは、多くの感想が寄せられた。

なお、このお披露目の会の様子は河北新報社の取材を受け、翌8月4日の河北新報で報じられた(図3)。調査活動を通して、仙台七夕祭りが戦争や災害を乗り

越えて現在の形に発展してきたことを学習してきた児童の中には、自分たちの校内での取組が「飾りを見てくれた人を勇気付けられる」「来年の七夕まつりにつながる」と考える者が多くいた。新聞に取り上げられ、思わぬ形で取組を発信できたことは、そうした児童にとって大きな喜びとなった。

ツイート シェア

児童の願い短冊に込め 七夕飾り校内に展示 仙台の小学校

新型コロナウイルスの感染拡大に伴い中止になった仙台七夕まつり(6~8日)の伝統をつなごうと、仙台市内の小学校では児童が飾り作りに取り組んでいる。

青葉区の宮城教育大付属小(児童706人)では3日、3年生の4クラスが作った長さ約2メートルの吹き流しを昇降口につり下げた。同大付属特別支援学校からの3本と合わせ、計7本が校舎を彩った。

同校は毎年、3年生が七夕の歴史や飾りの作り方を学んだ後、一番町四丁目商店街に飾る吹き流しを制作する。まつりは中止になったが、飾り作りは続けようと、今年は西城灘校長(58)が自宅近くの山で伐採した竹を持ち込んだ。

沢風光輝君(9)は「新型コロナに負けずに命をつなぐことを祈り、人々の笑顔をあんどんに描いた」と説明。吉田咲生さん(8)も「仲間と気持ちを込めて作ったので家族にも見てほしい」と話した。

仙台七夕まつり協賛会は子どもに七夕の雰囲気を感じてもらおうと、短冊と短冊を貼る竹飾りのポスター、ミニ飾りのキットを希望する124の小学校に届けた。

青葉区の木町通小(児童478人)の1年2組は、7月29日の授業で短冊作り挑戦した。西塚悠起君(6)が願ったのは新型コロナの収束。「コロナがなくなったら家族と新幹線に乗ってお出掛けしたい」と話した。

「えいごがべらべらになりますように」と記した金野椋さん(7)は「七夕まつりがなくて寂しいけど、願いを書いたから勉強頑張ろうと思う」と意気込んだ。

思い出の願い事を書いた短冊をポスターに貼り付けた木町通小の児童

拡大写真

宮教大付属小学校に掲げられた児童手作りの七夕飾り

拡大写真

宮教大付属小学校に掲げられた児童手作りの七夕飾り

拡大写真

図3. 附属小学校の七夕飾りに関する河北新報の記事(河北新報 ONLINE NEWS より)

(3) 七夕飾りと竹の再利用

①例年とは異なる状況を活かす

例年、仙台七夕祭りに飾られた七夕飾りは、主催者によって片付けが行われる。七夕飾りは他の施設や地域へ「お嫁入り」するそうで、竹の片付けについても児童が関わることはない。しかし、今年度は仙台七夕祭りが中止となり、校内でお披露目の会を行ったため、児童の手元に自分たちで制作した七夕飾りと、飾り付けに使用した竹が残ることとなった。学年の担任団としては、この状況を活かし「作った責任」・「使った責

任」を果たすため、資源の再利用について考えさせる学習を展開していきたいと考えた。そこで10月、七夕飾りと竹の後始末の方法について、児童に投げ掛け話し合うことにした。

②話合いの様子

10月、お披露目の会以後、倉庫に仕舞い込んでいた七夕飾りを久しぶりに取り出し、児童の前に提示した。そして、「みんなが一生懸命作ったこの飾り、この後どうしようか」と問い掛けた。ある学級では、最初、児童は少し戸惑っている様子だった。おそらく、児童にとって「仙台七夕とわたしたち」の学習は、8月のお披露目の会を以て終わっていたのであろう。その後のことについて問い掛けられるとは、全く想定外だったという様子であった。

しかし、児童は少しずつ口を開き、意見を述べていった。最初は、次年度の3年生や近所の施設など、「そのまま誰かにあげる」という意見が多かった。自分たちが願いを込めて一生懸命作った飾りであること、そしてそのために、「捨てる」とは言い出しにくい雰囲気があったためであろう。しかし、そうした意見に対しては、「これは3年2組の飾り」「もう七夕は終わっている」「もらった人も困ると思う」「もうだいたい破れたり、壊れたりしている」「私たちの名前も書いてあるし、個人情報のこととか心配」といった意見が出された。こうした意見をきっかけに、児童は徐々に「再利用」に向かう意見を述べ始める。「リサイクル」や「3R」などの言葉を知っている児童も多くおり、自分の知識や経験を基に、思い思いに考えを述べていった。ここから数回にわたって、七夕飾りと竹の再利用について話し合っていくことにした(図4)。

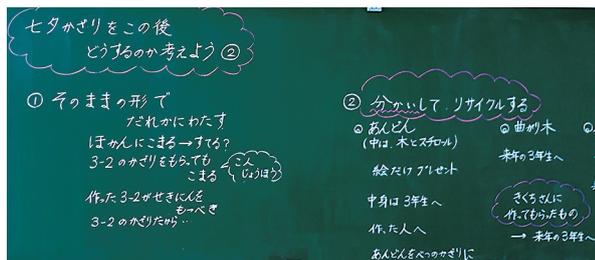


図4. 飾りの再利用についての話し合い(板書の一部)

七夕飾りの再利用について具体的に考えさせる際には、まず、制作過程を想起させながら各部分がどのような材料からできていたのかを振り返らせた。そして、それらのうちの何を再利用し、何を残しておくのか考えさせた。話し合いの結果、千代紙で作った吹き流し、折り紙やお花紙、不織布で作った様々な飾りについては破損のひどいものを除き全体で再利用し、一人一人の願いが書かれた短冊はそれぞれが持ち帰ることになった。また、行灯については、大変丈夫に作ってもらった枠組みを次年度の3年生のために残して、デザイン画の部分は教室の掲示にすることにした。

竹の再利用については、児童にとってイメージしづらかったためか、あまり話し合いが進まなかった。そこで竹に関する絵本(内村, 2006)を提示し、竹が昔から日本人の生活の中に根付き、食や生活用品など様々な方法で活用されてきたことを紹介した。この絵本が刺激となり、児童からは竹トンボ・竹馬などのおもちゃ作りや和紙作りといった再利用の案が出された。

③七夕飾りの再利用

それぞれの学級で制作した七夕飾りを分解してみると、千代紙、折り紙、お花紙、不織布などの廃材で段ボール箱がいっぱいになった。児童の意見を基に、これらを自由に組み合わせながらA4サイズのフィルムに挟み込み、ラミネート加工することで記念の下敷きを作ることになった。

段ボール箱から取り出した様々な色や種類の紙を組み合わせたり、自分の願いを書いた短冊を挟み込んだり、友達が作った飾りを活用したりするなど、児童は思い思いにデザインを構成していった(図5・6・7)。使う材料を選びながら「宝の山みたい」「この飾り、誰が作ったんだろう」などつぶやく児童の姿が印象的であった。また、活動後には、箱に入っている材料が次第に減っていく様子を見て、「思い出も作れて、ゴミも減らせてよかった」といった感想を述べていた。



図5. 廃材から材料を選ぶ



図6. 材料を組み合わせてデザインを考える



図7. 完成した記念の下敷き

④竹の再利用

竹の後始末について児童から様々な案が出されたが、指導者側の準備状況や実績も考慮し、上述の通り「無煙炭化器」による竹炭焼きを試みた。竹炭焼きという考えは児童から出されたものではなかったが、人気アニメ『鬼滅の刃』の影響もあってか、児童は非常に関心をもった様子だった。また竹の量が十分ではなかったため、業者より竹材を追加購入したことについては、

山を守るために適度な間伐が必要であることを補足しながら説明した。

実施日時は12月18日(金)、3・4時限目(10:10-11:45)に校庭で実施した。参加は3年生児童118名、3学年担当教諭5名、校長、保護者ボランティア19名である。児童と保護者を10のグループに分け、各グループに1台の炭化器を割り当てた。冒頭に校長から竹の割り方や燃焼方法について説明した後、グループごとに竹割りと着火に取りかかった(図8・9)。担任・校長は全体を周回し、適宜、助言や補助を行った。いずれのグループでも燃焼は順調に進み、炎が治まりかけた頃合いを見て、アルミホイルで包んださつま芋を炭化器に投入した(図10)。焼き芋は竹炭作りという目的からは外れる活動ではあるが、炭焼き時の余熱活用という意味では資源の有効利用の一環ともいえる。芋には20-25分ほどで火が通り、芋を引き上げるタイミングで炭化器内の炭をドラム缶に回収、蓋で密閉した(図11)。回収した炭は、翌週、ビニール袋に入れて児童全員が自宅に持ち帰った。



図8. 竹割り器を使って竹を割る



図9. 火の様子を見守る



図10. 炭焼きの余熱でさつま芋を焼く



図11. ドラム缶の周りで竹炭の温かさを感じる

活動後、児童のノートには竹炭を焼いてみての率直な感想が記述されていた。竹を焼くと炭になるということを初めて知ったという児童は、「楽しかったことは、炭が赤くなっていく時です。理由は、炭は黒のままだと思っていたので、すごくドキドキしたからです」と記述していた。また、竹が炭になる過程を観察しながら、「竹が燃えて灰のようになったのに、また燃えるという事」や、「竹を燃やしていると、はじっこの方からなぜか水がたくさんじわじわと出てきていた事」に疑問を抱く児童もいた。

4. 考察

本章では、2章に記したねらいと照らし合わせながら、以上の取組の意義と課題について考察を試みる。

まず竹を利用したことが、七夕学習の「自分ごと化」に寄与し得たのか否かという点である。子供たちは1年生の生活科で七夕伝説、2年生の生活科で七夕飾りなどについては学習してきているが、竹そのものを扱ったのは今回の学習が初めてだった。お披露目の会で「本物の竹があると、七夕らしくていい」という感想が出されたり、七夕と竹との関連について追究し

レポートにまとめたりした子供もいたことから、七夕学習の「自分ごと化」は、ある程度達成できたのではないかと考えている。

自然物に触れる体験学習という観点でみると、七夕飾り制作の段階では児童が直接竹に触れることはほとんどなかったため、効果は不十分であったかもしれない。しかしながら竹炭焼きにおいては、児童が実際に竹割りや竹への着火を行い、直に竹に触れる機会を設定することができた。児童からも、上記のような竹の燃える様子に対する感想や、竹に触る、竹を割るといった行為への新鮮な思いに言及する感想が寄せられた。またできた竹炭を畑にまく、消臭剤として使うなど、身近な環境改善へ竹炭を活用したり、竹炭の感想を日記にまとめる、自主学習で竹炭について調べるといった学習に展開させたりする児童もいた。したがって竹に直に触れるという意味での体験学習の機会は、児童に提供することができたのではないだろうか。今後は、七夕飾りを作る段階から竹に触れたり、竹炭を畑にまいて栽培に活かすような活動につなげたりすれば、体験学習としての活動意義はより高まるであろう。

3点目のねらいについては、「七夕飾り、この後どうしようか」との問いに当初は戸惑いをみせていた児童から次第に再利用の発想が生まれてきたこと、竹のみならず七夕飾りの紙も含めた再利用活動やゴミの減量を体験できたことなどから、予想以上の効果が得られたと考えている。ただし竹の利用については、上述の通り、児童自身から具体的アイデアが出されたわけではなかった。現代生活において竹やバイオ資源の利用は必ずしも日常的とはいえないため、これは無理からぬことであり、指導する側が適切な誘導や方向づけを行うことが重要であろう。

5. おわりに

「コロナ禍」という特殊な状況の下、指導者自身が手探りの中で上述のような実践に取り組んできた。「例年通り」が通用しない難しさもあったが、その結果、「仙台七夕とわたしたち」の学習に「資源の再利用」というこれまでとは異なる視点を導入できたことは大きな成果であった。

一連の学習を終えた1月、ある学級では新たな児童

の姿が見られるようになった。児童は学級内で様々な係を立ち上げ、学級集会の開催などの活動に取り組んでいるが、その活動の中で余分に作ってしまったメダルやカードを、希望者に配る姿である。それほど数は多くないのだが希望者が多いため、いつもジャンケンをして楽しみながら配付している。これまでは見られない姿だったため、児童に問い掛けると、

「いずみ（総合的な学習）の七夕の時にやったけど、捨てるのもったいないから、みんなにあげて捨てるものを減らす。」

「少しでもリサイクルしたい。せっかく作ったのに捨てちゃうと、思い出も消えてしまう。」
などの反応があった。思わぬ形であったが、児童の中に、ある目的で使用した物を活動終了とともに捨てるのではなく、違う形で再利用しようとする意識が確かに芽生えてきたことを感じさせられた。

また教材研究に取り組む中で、竹の再利用には様々な可能性があることが分かった。今回は制約がある中で指導者側が「竹炭焼き」という選択をしたが、児童に様々な選択肢を提示し、選ばせることができれば、新たな学習活動を切り拓くことができると考える。こうした可能性を模索していくことは今度の課題としたい。

注)

¹⁾ ただし3学年児童118名全員に炭焼きを体験させるには竹の量が十分でなかったため、業者より竹材を追加購入する必要があった。

²⁾ (株)文具のキクチの菊地和男氏には、毎年「仙台七夕とわたしたち」の学習にゲストティーチャーとし

てご協力いただいている。今年度も、仙台七夕に関する児童への講話、七夕飾りの資材の準備など、多くのご指導を賜った。

謝辞

「仙台七夕とわたしたち」の学習遂行にあたり、(株)文具のキクチの菊地和男氏にはゲストティーチャーとして多くのご指導を賜った。竹炭焼き当日には、多くの保護者の方々にボランティアでお手伝いいただいた。以上の皆様に厚く御礼申し上げます。本研究には、令和2～4年度科学研究費（研究代表者：西城 潔、課題番号：20K02901）を使用した。

引用文献

- 内村悦三, 2006. そだててあそぼう69 タケの絵本. 農文協.
- 西城 潔, 2011. 伐採木を活用した炭焼きの試みー現代的課題科目「環境教育」における実践事例ー. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 13, 39-45.
- 西城 潔・目黒李歩・鹿野愛里加・福田はる香, 2014. 津波被災校への環境教育支援ー仙台市立中野小学校の炭焼き体験ー. 宮城教育大学教育復興支援センター紀要, 2, 45-48.
- 西城 潔・目黒李歩・福田はる香・荒谷拓実・仲田克成, 2015. 小学校における出前授業の試み. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 17, 39-44.
- 三井雅視・加藤千佳・牧野裕可・千葉 廣・佐藤竜晟: コロナ禍の状況における「仙台七夕とわたしたち」の学習(第三学年「いずみタイム」). 宮城教育大学附属小学校実践記録集「もくせい」53, 17-20.

宮城県柴田農林高校における演習林を活用したプロジェクト学習

尾身宜彦*・溝田浩二**

Project Based Learning in the Experimental Forest of Shibata Agricultural and Forestry High School

Yoshihiko OMI and Koji MIZOTA

要旨：宮城県柴田農林高等学校では、演習林を活用したプロジェクト学習に取り組んできた。山菜の栽培化、ニホンミツバチの養蜂、ニッコウイワナの養殖、メープルシロップづくり、炭焼き等の実践活動をととして、生徒たちは主体性、学習意欲、企画力、思考力、判断力、実行力、表現力など総合的な資質・能力を身につけた。プロジェクト学習は「遊び仕事」との類似性、新学習指導要領「総合的な探究の時間」との関連性が高く、さらなる展開が期待される。

キーワード：柴田農林高校、青根演習林、プロジェクト学習、遊び仕事、総合的な探究の時間

1. はじめに

全国には農業高校（農業に関する学科および系列等を設置する高等学校）が303校あり、約80,000人の生徒が在籍している（平成30年5月時点、文部科学省HP）。農業高校では「プロジェクト学習（Project Based Learning）」と呼ばれる独自の探究学習が以前より広く取り入れられてきた。これは教室での受動的な学習とは異なり、農業高校の生徒自らが課題を発見し解決方法を模索する学習で、主体性、学習意欲、企画力、思考力、判断力、実行力、表現力など総合的な資質・能力を育むことを目指している。平成30年（2018年）3月に告示された高等学校学習指導要領 農業編（文部科学省、2018）においても随所に記載がみられ、プロジェクト学習は農業教育にとってきわめて重要な位置を占めている。

宮城県柴田農林高等学校では演習林を活用しながら充実したプロジェクト学習を展開してきた。本稿ではその内容と成果について、主に2017年以降の取り組みについて紹介する。

2. 柴田農林高校について

宮城県柴田農林高等学校（以下、柴農）は明治41

年（1908年）に柴田郡立蚕業講習所として創立し、令和2年（2020年）に112年目を迎えた歴史ある農業高校である。清流・白石川の河畔から蔵王の山々を眺望できる学舎から13,000余名の優れた人材を輩出しており、卒業生たちは地域の農産業分野で活躍している。食農科学科、動物科学科、森林環境科、園芸工学科の4学科があり、令和2年（2020年）4月現在、1学年4学級、全校生徒399名が在籍している。

柴農の最大の強みは、高校のある大河原町と隣接する川崎町に「青根演習林（1949年開設、敷地面積90ha）」を保有していることである。柴農は県内唯一の森林管理に関する専門的な知識・技術を学ぶことができる専門高校であり、青根演習林はその教育活動を支える中核的なフィールドとなっている。青根演習林にはアカマツ、カラマツ、スギなどの針葉樹人工林とミズナラ、ブナ、オニグルミなどを主体とした落葉広葉樹の天然林（二次林）とが混交し、その中を幾筋もの溪流が流れている。また、宿舍や林道が整備され継続的に手入れも行われており、生徒たちが森林のもつ多面的な機能を体験的に学習できる恵まれた施設である（図1）。

*宮城教育大学教職大学院・宮城県柴田農林高等学校、**宮城教育大学教員キャリア研究機構

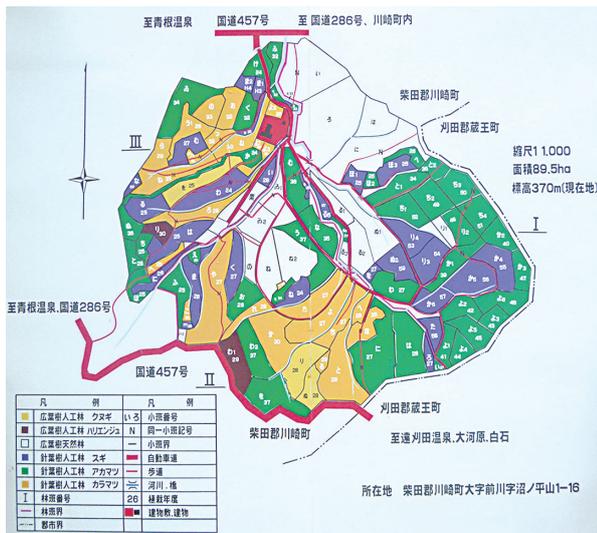


図1. 青根演習林の林相図

3. 青根演習林におけるプロジェクト学習

青根演習林をもっとも頻繁に活用しているのが、育林、森林管理、木材加工、キノコ栽培、緑地空間（公園・庭園）の創造、造園技術などについて学んでいる森林環境科の生徒たちである。生徒たちはここでプロジェクト学習に取り組み、そのプロセスをとおして林業技術の習得や森林の魅力（役割）の発見、職業意識の醸成などにつなげようとしている。以下にプロジェクト研究の具体的な内容について紹介する。

3-1. 山菜の栽培化（2017年～）

青根演習林にはタラの芽やフキノトウ、ヤマイモ、ゼンマイなど多様な山菜類が自生している。春季実習で山菜を実食し、その美味しさに驚いた生徒たちは、山菜をより安定的に収穫できるように栽培・管理ができないだろうか、山菜の魅力を広めることはできないだろうか、と発想するようになった。そこで、青根演習林でもっとも普通にみられるタラの芽を材料として、栽培方法、剪定方法、保存方法について検討することにした。

- ①栽培方法の検討：「根挿し」による増殖を試みた。種根を直接畑に植えつける方法と、ポットで育苗する方法を試みたものの、種根を掘り起こす時期が遅すぎたためか、残念ながら出芽しなかった。翌年以降は採取時期を早めることにより、直挿し、ポットとも無事に発芽した。
- ②剪定方法の検討：倒伐されたタラノキは株元から新

芽をふく。充実した新芽だけを残し、それ以外の芽は剪定して取り除く必要がある。倒伐に最適な高さ・太さについて検討した結果、胸の高さで選定したものは出芽率98%（45本中44本出芽）、足首の高さで剪定したものは出芽率79%（34本中27本が出芽）であった。また、直径2cm以下の細いタラノキを剪定しても出芽しないことがわかった。

- ③保存方法の検討：山菜の多くは限られた時期にしか収穫できず、それが季節や旬を感じさせる要因となっている。山菜を長く楽しむためにはその保存方法を工夫する必要がある。そこで、山菜を生のまま真空パックに入れて冷凍する、塩茹でしたものを真空パックに入れて冷凍する、生のままで冷凍する、という3通りの方法で保存し、それぞれを天ぷらおよび素揚げにして食べ比べた。その結果、生のまま真空パックで保存したものが一番おいしく、天ぷらよりも素揚げの方が香り、苦みがあつておいしいという結果となった（表1）。

山菜の栽培化は残念ながら失敗に終わったが、春季実習における山菜採りとその調理実習は継続して実施している（図2）。

表1. 保存法・調理法の違いによる味の違い

	真空（生）		真空（茹で）		生冷凍	
	天ぷら	素揚げ	天ぷら	素揚げ	天ぷら	素揚げ
味	△	○	○	○	○	○
香り	×	○	△	○	×	○
食感	△	○	△	△	△	×



図2. 採集した山菜類の下ごしらえ

3-2. ニホンミツバチの養蜂 (2017年)

青根演習林の周辺では、しばしば日本在来種であるニホンミツバチが電信柱の空洞を利用して営巣する。そのことを知った生徒たちは、ニホンミツバチを捕獲して養蜂・採蜜し、青根演習林の特産品として販売できないかと考えるようになった。

- ①巣箱づくり：養蜂を始めるにあたり、まず巣箱づくりから始めた。チェーンソーを用いて丸太を削り貫き計3個の巣箱をつくり、沢水に2～3カ月ほど漬けてアク抜きを行った。巣箱の上部には雨よけのために屋根をつけ、下部にはわずかな隙間を開けるようにした。また、丸太の側面にニホンミツバチだけが通れ、スズメバチ類が通れない程度の大きさの穴を開けた。
- ②巣箱の設置：分蜂群が飛来しそうな場所を選び、青根演習林内に巣箱を設置した(図3)。1つ目は見晴らしと日当たりが良い場所、2つ目は毎年営巣が確認される電信柱付近、3つ目は木陰で風通しが良い場所、にそれぞれ設置した。ニホンミツバチを誘引するために巣箱内に蜜蝋を塗ったり市販のルアーを吊り下げたり、周辺に蜜源となる草本を植えるなどの工夫も行なった。

今回、残念ながらニホンミツバチの分蜂群を捕獲することはできなかった。失敗の要因として、屋根が小さかったために巣箱に雨が当たってしまった、下部の隙間から巣内に土や砂が入ってしまった、巣内にカビが生えてしまった、等の理由でミツバチが営巣を避けたことが考えられる。次回は、雨が当たらないよう



図3. ニホンミツバチ用の巣箱設置

に大きめの屋根をつくる、土や砂をこまめに掃除する、風通しの良い場所に設置してカビを生やさないようにする、などの改良が必要である。また、丸太だけではなく木の板を組み合わせた箱型巣箱の設置も検討している。

3-3. ニッコウイワナの養殖 (2019年～)

青根演習林内には、釜房湖(ダム湖)に注ぐ前川水系に属する溪流がいくつも流れており、ヤマメやイワナ、ヤツメウナギといった淡水魚類が生息している。10年以上前に青根演習林のなかに生徒たちが養殖場をつくり、淡水魚類の養殖を行っていた。しかし現在は活用せずに放置されていることから、この養殖場を再活用できないかを検討した。青根演習林内には“溪流魚の女王”とも呼ばれるニッコウイワナ(サケ科)が生息していることから、その養殖を目指して、①周辺環境の整備、②壊れた壁の補修、③水路づくりを行った。

- ①周辺環境の整備：養殖場周辺の草刈りと除伐を行い、繁茂していた植物を取り除いた。また養殖場内に生えていた植物や20cm以上溜まっていたヘドロも丁寧に除去した。
- ②壊れた壁の補修：土木の授業で学んだ知識を生かして、砂、セメント、水を混ぜ合わせたコンクリートで壊れた部分や隙間を埋めた。大きく壊れた部分はコンクリートパネルで型枠をつくり、コンクリートを流し込んで壁を再生した(図4)。
- ③水路づくり：養殖場から約60m離れた沢を水源として、水を引き込むための水路をつくった。



図4. 壊れた養殖場の壁の補修作業

はじめに竹を利用した水路づくりを試みたが、水漏れがひどく水路としては適さないことがわかった。次に製材する際にできる端材を利用して水路づくりを試みた。今度は水漏れはしなかったものの作成に時間がかかってしまい、約10m分しかつくりができなかった。最終的には、市販の塩化ビニル製のホースを使用した。

現在はまだ①～③までしか実施していないが、今後は養殖場の屋根づくり、養殖場への通水、魚の放流などを行い、ニッコウイワナの養殖をスタートさせたい。また、溪流に生息する生物や環境、水質などについても調査を行い、多様な生物がすみやすい環境づくりにも取り組んでいく予定である。

3-4. メープルシロップづくり (2017年～)

林業の分野は現在、輸入材に押されて木材価格が低迷し、また、高齢化や後継者不足の問題が顕在化するなど深刻な状況にある。そんな中、生徒たちは木材以外の森の恵み(非木材生産物)を商品化し“森の6次化”に取り組もうと考えた。キノコ栽培、ジビエ利用、アロマオイル精製など様々なアイデアが出てきたが、そのうちメープルシロップの商品化を目指すことにした。

①先行事例の検討：メープルシロップはカエデ類の樹液を煮詰めてつくる天然の甘味料で「楓糖(ふうとう)」とも呼ばれる。ほとんどが北米からの輸入品で国産のものはあまり流通していないため、国内産のメープルシロップは高値で取り引きされている。本州では埼玉県秩父市、山形県金山町などで生産されており、林業の副収入となっている。

②樹液の採取：青根演習林に自生する3種のカエデ属から樹液を採取したところ、イタヤカエデからもっとも多量の樹液を採取できることがわかった。2月下旬から3月中旬頃にイタヤカエデの幹にドリルで穴をあけ、チューブとポリタンクを設置して樹液を採取した。一晩で18ℓのポリタンクがあふれる程の樹液を採取できる日もあり、合計300ℓを採取した。

③メープルシロップの作成：採取した樹液をろ過した後、6～7時間煮沸して濃縮させ、糖度を2～3%から70%にまで上昇させた。それを計量、瓶詰めし

た後、煮沸して殺菌を行った(図5)。300ℓの樹液から約4ℓ(30ml瓶で136本分)のメープルシロップができ、それを細菌検査、放射線量検定を行った後、賞味期限を設定した。

④販売：商品は「青根の雫(しずく)」と命名し、イタヤカエデの葉をデザインしたラベルを瓶に貼った(図6)。価格を300円(30ml)に設定して仙台市内のホテルや文化祭等で販売すると、非常に好評で瞬く間に完売した。また、仙台市の環境マルシェに出展したところ、生徒たちの取り組みが評価されて「地域貢献賞」を受賞した。

今後の課題としては、濃縮の際にガス燃料でなく薪や炭を活用する、青根演習林全体の資源量(イタヤカエデの本数や採取量)を把握する、地域の方々に樹液の採り方とメープルシロップづくりの方法を広める、地域の方々と共同で商品開発を行う等が挙げられる。



図5. メープルシロップの瓶詰め



図6. メープルシロップ「青根の雫(しずく)」

3-5. 炭焼き (2017年～)

近年、青根演習林のある川崎町ではナラ枯れ被害が深刻である。ナラ枯れ (正式名称: ブナ科樹木萎凋病) とは、カシノナガキクイムシが媒介するナラ菌によりミズナラ等が集団的に枯損する現象である。立木燻蒸、伐倒燻煙、破碎・焼却などの方法によって駆除が行われることが一般的だが、生徒たちは「被害木を利用して炭を焼き、付加価値をつけて販売する」ことができないかと考えた。そこで、①ナラ枯れ調査、②被害木の伐採・集材、③炭窯づくり、④炭焼き、炭の販売という流れで研究を進めることにした。

- ①ナラ枯れ調査：青根演習林では約20haをミズナラなどの自然林が占めている。自然林におけるナラ枯れの被害状況を調査したところ、被害木が約300本あり、そのうち90本でカシノナガキクイムシが出す特徴的な木屑 (フラス) が確認された。そのうち、その年に枯死したと思われる樹木は60本であった。
- ②被害木の伐採・集材：その年に枯死したと思われる広葉樹約60本を伐採し、炭材とした。
- ③炭窯づくり (1回目)：まず、風当たりが弱く水辺に近い条件の場所を選定した。そこに穴を掘り、炭材を敷き詰め、その上にアーチ状の鉄パイプで骨組みをつくった。骨組みの上に金網、シートをかぶせ、その上に粘土団子 (土、水、粘土を混ぜ合わせたもの) を空気を抜くようにたたきつけ、上部を覆うことで炭窯を完成させた。
- ④炭焼き (1回目)：完成した炭窯に火入れし、約40時間をかけて炭を燃やし続け、その後窯が十分冷えてから炭を掘り出した。しかし、炭化したものは全体の3割程度しかなく、残りは生焼けの状態であった。また、窯の上部が熱に耐えきれず崩落してしまい、最初の炭焼きは失敗に終わった。そこで生徒たちは、NPO法人「川崎町の資源を生かす会」の活動に参加させてもらい、地元の炭焼き名人に話を伺うことにした。炭焼き名人の鈴木正一さんからは、強い熱にも耐えられる材料を使うこと、粘り気のある粘土を使うこと、窯の外に土をたくさん盛って断熱性を高め丈夫にすること、窯の中に送風して火の回りを早めること等のアドバイスをいただいた。生徒たちは「川崎町の資源を生かす会」の方々との交

流をとおして、炭焼きの技術・文化を大切にしたい思いや、若い生徒たちへの大きな期待感などを肌で感じ取った様子であった。

- ③' 炭窯づくり (2回目)：炭窯をつくり直すにあたり、鈴木名人から学んだ断熱性、耐熱性、密閉性の3点を改善することにした。具体的には、窯と炭材を濡らさず雨天時でも作業しやすいように屋根を設置する、ドームの丸みと厚みを増す、窯の内側を鉄板で囲む、ドームの中に太い鉄筋を入れる等の改善を行い、新たな炭窯を完成させた。
- ④' 炭焼き (2回目)：窯の性能が大幅に改善されたことに加え、鈴木名人が現場で適切なアドバイスしてくださったこともあり、全体の7割程度が炭になった。また、火入れから消火まで約29時間と時間短縮することもできた (図7)。



図7. 炭の窯出し

- ⑤炭の販売：完成した炭を販売するために、商品名の考案、ラベルの作成を行った。商品名は青根演習林とお姉さん (炭焼き班の女子生徒) と炭 (たん) をかけた「あおねーたん」とし、炭焼き班の女子2名をモデルにしたデザインのラベルを作成した (図8)。炭を仕分けた後、計量、箱詰め、ラベリングの作業を行い、文化祭や販売実習等で1袋300円 (3kg入り) で販売したところ大変好評であった。

今後の課題として、炭化技術の向上、歩留まりの向上、炭を使った商品開発、炭焼きの伝承と魅力の発信などが挙げられる。



図8. 「あおねーたん」のラベル

4. プロジェクト学習の成果と展望

4-1. プロジェクト学習の成果

プロジェクト学習に取り組んだ生徒たちは、青根演習林で起きている問題の現状や原因を単に知識として理解したのではなく、地域と関わりながらものごとを関連的、多角的に捉え、実際の行動へ結びつけていった。その一連のプロセスを通じて、主体性、学習意欲、企画力、思考力、判断力、実行力、表現力といった総合的な資質・能力を身につけたように感じられる。プロジェクト学習の各取り組みによって得られた成果はおおよそ以下のようなものである。

「山菜の栽培化」では、生徒たちは山菜に対する興味・関心を深め、青根演習林の価値に気づくようになった。また、得られた結果から考察し、新たな課題を見つけて次の研究に生かす、という一連の流れを理解することで、生徒たちの課題解決能力を向上させることができた。

「ニホンミツバチの養蜂」では、生徒は生物（動物）から生産物をとって販売することの難しさを感じるとともに、自分たちの力で新しいことを始められるという自信もつなげた。さらに直面した課題と向き合い改善していくという探究学習の面白さも感じるようになったように思われる。

「ニッコウイワナの養殖」では、生徒たちは授業で培った土木技術を生かしながら、課題解決に向けた学習を進めることができた。また、青根演習林でみられる淡水魚などの水生生物について理解を深め、溪流の環境保全についても関心を持つようになった。

「メープルシロップづくり」では、生徒たちは林業

の現状とその課題を理解するとともに、6次化産業を結びつけたり、地域との協働を意識しながら課題解決の向けて取り組むようになった。

「炭焼き」では、生徒たちは現在進行形で起こっている森林の問題を知り、その解決方法を模索する中でピンチをチャンスに変える一手を考え出すことができた。さらに、地域の方々の協力を得ながら炭焼きに取り組むことで、その文化を継承しようという気持ちも芽生えてきたように思われる。

4-2. 「遊び仕事」との類似性

日本学術会議（2008）は『提言 学校教育を中心とした環境教育の充実に向けて』のなかで、「日本の農山漁村に残る遊び仕事と環境教育とをうまくつなぎ合わせ、地域に残る伝統技術や文化を巻き込んだ形の環境教育プログラムをつくり、実践していくべきである」と提言した。「遊び仕事」とは日本の農山漁村で営まれてきた小さな生業（マイナー・サブシステム）のことであり、持続的な生物資源利用に関する知恵と技術（在来知）が凝縮されている。

松井（1998）は「遊び仕事」を（1）生業活動の陰にありながらそれでもなお脈々と受け継がれてきている、副次的ですらないような経済的意味しか与えられていない生業、（2）消滅したところでたいした経済的影響を及ぼさないにもかかわらず、当事者たちの意外なほどの情熱によって継承されてきたもの、と定義した。また、鬼頭（2007）はその特徴として、①伝統的で長い歴史がある、②自然との密接で直接的な関係がある、③簡単な仕掛けだが高度な技法が求められる、④個人差が大きい、⑤個人の裁量が大きい、⑥経済的意味に還元できないような誇りや喜びが得られる、⑦身体性をもつ、⑧遊びの要素が強い等を挙げている。改めて青根演習林における山菜採り、ニホンミツバチの養蜂、ニッコウイワナの養殖、メープルシロップづくり、炭焼き等のプロジェクト学習をふりかえってみると、「遊び仕事」と重複する部分が少なくないことに気づく。

生徒たちはメープルシロップや炭を販売したが、それはけっしてお金を稼ぐこと自体を目的としていたわけではない。お金は励みにはなるが、換金できなくと

もかまわない。山菜の栽培化やミツバチの飼養、ニッコウイワナの養殖にはまだ成功していないが、それでも生徒たちは真剣に時間と労力を割いて取り組んでいた。その理由は、プロジェクト学習のなかに、遊びとしての面白さ、自然のリズムに埋没する心地よさ、地域の人々と交流する喜び、農林業に携わることの誇り、生きがいのようなものを感じているからに他ならない。生徒たちは青根演習林での「遊び仕事」と類似した活動をとおして感性・体力・知力を養い、人と自然との関係について包括的に学んだのである。また、その過程のなかで「遊び仕事」に内在する知識、技術、知恵、文化の魅力や重要性などに気づいていったのではないだろうか。そのことは“食”や“農”を見つめ直したり、地域への理解を深めたりする契機にもなったように思われる。

4-3. 新学習指導要領「総合的な探究の時間」との関わり

2022年度より新学習指導要領「総合的な探究の時間」が登場する。そこに掲げられた教育目標を実現するにふさわしい探究課題として、①現代的な諸課題に対応する横断的・総合的な課題、②地域や学校の特色に応じた課題、③生徒の興味・関心に基づく課題、④職業や自己の進路に関する課題、が挙げられている。また、上記①～④に対応する具体的な例としては、①環境（自然環境とそこに起きているグローバルな環境問題）、②伝統文化（地域の伝統や文化とその継承に取り組む人々や組織）、③生命・医療（生命の尊厳と医療や介護の現実）、④勤労（働くことの意味や価値と社会的責任）などが挙げられている。

新学習指導要領「総合的な探究の時間」は、プロジェクト学習と同様、指導教員の裁量によるところが大きく、教科を超えた広範な専門性も求められるため、教員にとって難易度のきわめて高い授業になることが予想される。しかし、その内容は柴農がこれまで展開してきたプロジェクト学習そのものであり、そこで培ってきた指導法を継続、発展させていけばよい。地域の生物資源を生かしたり、暮らしを支える知恵や技術に学ぶというスタイルの学習はおのずと地域の風土や環境に最適化されたユニークなものになり、他校にとっ

ても大いに参考になるはずである。柴農らしいプロジェクト学習は、柴農らしい「総合的な探究の時間」の展開につながっていくのではないだろうか。

5. さいごに

柴農は令和5年（2023年）4月に大河原商業高校と再編され、南部地区職業教育拠点校が新設される。新たに設置される農業科（2学級）では、これまでと同様に、野菜、果樹、動物、森林、花卉、造園に関する内容を学修できる見込みであるが、青根演習林との関わり方は少し変わってくるかもしれない。広大な演習林を維持・管理していくことは小規模の公立高校にはきわめて負担が大きく、経営のスリム化が要求される可能性が高いからである。林業を学ぶ生徒たちにとって青根演習林はきわめて重要な学習拠点であり、かけがえないフィールド施設であることは、本稿で紹介したプロジェクト学習の成果が如実に示している。これからも青根演習林が変わらず継続し、未来の林業家の育成のために有効活用されることを願ってやまない。

逆に、今回の再編・新設に期待を寄せている点もある。それは新たに加わる商業科（3学級）、企画デザイン科（1学級）との連携である。これまで柴農が農業高校として取り組んできたグローバルな教育活動が、異なる視点や専門性をもった生徒たちの力が加わることによって、6次産業化を軸とした先進的な産業教育、地域ブランドの確立など、さらに大きく展開できる可能性が開けてくるのではないだろうか。

最後になりましたが、本研究の機会を与えていただいた柴田農林高の岩城幸喜校長、森林環境科長の大和知朗教諭をはじめ、青根演習林でのプロジェクト研究にご協力いただいた柴田農林高校の教職員の皆様、NPO法人「川崎町の資源を生かす会」の皆様、地域の皆様に厚くお礼申し上げます。本研究の一部はJSPS科研費（No. 20K20802）の助成を受けて実施された。

引用文献

鬼頭秀一、2007. 地域社会の暮らしから生物多様性をはかる 人文社会科学的生物多様性モニタリング

- の可能性. In: 鷺谷いづみ・鬼頭秀一編『自然再生のための生物多様性モニタリング（東京大学出版会）』:22-38.
- 松井 健, 1998. マイナー・サブシステムの世界 — 民俗世界における労働・自然・身体. In: 篠原徹編『現代民俗学の視点 第1巻 民俗の技術（朝倉書店）』:247-268.
- 文部科学省, 2018. 高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説 農業編. 280pp.
- 日本学術会議, 2008. 提言 学校教育を中心とした環境教育の充実に向けて. 108pp.

授業通貨とアクティブ・ラーニング：投資を模した学生の相互成績評価

林 守人*・溝田浩二*

Class Currency for Active Learning: Investment-like Grade Evaluation System by Students

Morito HAYASHI and Koji MIZOTA

要旨：「学生が講義を行い、相互に成績を評価し、その評価の行方を予測する授業」を行うツールとして授業通貨を開発した。今回は「投資を模した方式で学生自らが学生評価を行う」場合、その評価が妥当であるかを研究した。驚いたことに、学生による学生評価は、一連の講義で4人の教官が採点した学生個人の成績を反映した。授業通貨には、工夫次第で教育を活性化させる様々な可能性がある。

キーワード：授業通貨, アクティブ・ラーニング, 成績評価, 環境CM製作, 宮教ドル (MKD)

1. イントロダクション

アクティブ・ラーニングの理想をボールゲームに例えると、それは教師が「キミ達を信じます」というボールを生徒の中に投げ入れ、このボールでキャッチボールや試行錯誤、独創的なゲームが始まるプロセスである。

生徒が自ら考え、自ら学ぶことを目標にすえたアクティブ・ラーニングでは、生徒同士、生徒と教師の相互作用の中から、知識や思考能力のアップ、発信に対するモチベーションを生み出すことが期待されているが(山地・川越 2012)、その幅は広く、教師によって目指す方向性も異なる(Silberman 1996)。

また教室内だけでなく、卒業研究や修学旅行、フィールドワークを行う場合なども、全てアクティブ・ラーニングとして扱う事ができる(Heriot et al. 2008, Hope 2009)。そしてこの「学ぶ楽しさを学ぶ」という学習における最重要プロセスは、大学の講義はもちろん、小中高の授業で取り入れることでポジティブな効果を発揮している(Prince 2004, Johnson & Johnson 2008, Freeman et al. 2014)。

中でも、2014年にFreemanらが「伝統的な座学に対して、アクティブ・ラーニングは学生の成績を上昇させる」という教育の地殻変動を引き起こしかね

ない解析結果を発表するやいなや、この論文の被引用数は跳ね上がり、現在では5千回を優に超えている(Freeman et al. 2014)。

この論文が発表された少し前には、長崎大学の山地弘起が「アクティブな授業形態は確かに知識面の量的達成を保証しませんが、より深く理解する、より記憶に残る、といった面では座学よりも効果的と言えます。」と論じており(山地 2014)、これがタイムリーに立証された形だ。

アクティブ・ラーニングのレベルとしては、東京大学の山内祐平により定義されたものが、シンプルかつ実用的である。この中のレベル3「問題の設定と解決」(山内 2019)に、学生の授業自治性を加えた「学生が自ら授業を行い、自ら議論し、自ら成績を評価する」というものが、多々あるアクティブ・ラーニングの授業スタイルにおいて、ひとつの到達点となるだろう。

教官は授業システムを構築・調整するプロデューサーに徹し、授業は学生が主役となって進行するのであれば、学生は教官の役割も担うことになり、学びに対するマネジメント能力が養われる。このような授業が目指す「主体的・対話的で深い学び」は我が国の教育における達成目標でもある(文科科学省 2019)。

アクティブ・ラーニングにおいて、学生自らが授業

*宮城教育大学教員キャリア研究機構, E-mail1: hayashimorito@gmail.com, E-mail2: mizota64@gmail.com

の一部を行うという点については、学生のプレゼンテーションなどもこれに相当することから、古くより行われている。また学生にもプレゼンスキルの向上を望む傾向があることから、研究例も豊富にある (e.g. Candy et al. 1994)。

一方で、学生が他の学生やグループを評価する実験例は多いものの (e.g. Topping 1998)、学生自らが成績を評価する授業モデルとなると、その重みが全く異なってくるために、教育者側はどうしても二の足を踏んでしまう、というのが実情である。また、学生が学生自身の評価を行えば、そこには人間関係や利害が絡む可能性も捨てきれず、教官側は色々なことに気を配る必要がある。

そこで、本研究では、これらの諸問題を極力軽減する方法を提案するとともに、学生が自らつけた成績評価が、教官側の記録した出席や他の課題への総合評価を反映しているかどうかを検証した。もし「学生の下した評価は、教官のそれと類似する」という性質があれば、成績を評価する際の自由度が生まれ、この責任を学生と分け合い、より積極的に学生と教官が総体として創る授業も展開できる。

学生が他の学生を評価するにあたり、自分自身が下した評価と、クラス全体が下した評価は、多少なりとも異なるはずである。学生による学生の評価は、自分への評価は高めに、成績の良い学生は低めに評価される傾向があるとされる (Sadler & Good 2006)。そこで、自分のセンスで採点した評価とは別に、クラス全体が下した評価を予測してもらった。

この予測合戦では、もし自分のグループを過大評価し、過度の投資を行うと、自分の通貨獲得額が下がる冷酷なシステムとなっている。自分の下した評価とクラス全体の評価を別に考えることは、主観と客観に準ずる問題であり、これを真剣に考えることにより、個々における視点の成長を促すことができる。

ここまでをまとめると、本講義のシステムは次の三点に集約される。(1) 学生自らが講義を行う、(2) 学生自らが成績をつける、(3) 自分とクラス全体の成績に対する価値観がどれほど異なるのか予想し、これを各自が検証する。

さらに本研究では、このシステムを効果的かつ正確

に運用するためのツールとして、授業通貨MKDを開発した (図1)。今回は手始めとして、簡単に増刷できる小ぶりの紙幣を用意した。通常は、教官によってひっそりと付けられる成績が、出資者不明の札束として学生間を飛び交うのだから、この通貨の存在は、授業にユーモアや笑い、そして熱気を生み出す。

架空の通貨を授業で用いることは、ある種のゲーム感覚をもたらすが、私が何も言わずとも、学生は真剣にこの成績評価ゲームに臨んだ。この点については結果の項で統計的に検証した。

2. 方法

授業通貨の開発とその導入は、2020年度後期に宮城教育大学の選択科目である「環境教育の方法と技術」において、受講した学生29名に対して行われた。当講義では、第13～15週の三回で「環境CM製作とその発表」を行い、最終週の第15週で授業通貨MKDを用いた、学生自身による成績評価と、成績予想を行った。各グループにおけるCM発表の持ち時間は8分で、この枠内なら何をやっても構わないが、グループの全



図1. 授業通貨として開発した10000MKD紙幣 (105×50 mm)。紙幣には評価用と投資用の二種類があり、これらの合算値で各個におけるプレゼンの成績が決定する。評価用通貨は、自分のグループ以外に支払われ、投資用通貨は、自分のグループも含めた全てのグループに自由に投資できる。紙幣の人物は、本学にゆかりのある文筆家で、自由民権運動家でもあった井土靈山。紙幣は tskman 氏のロイヤリティフリー画像原版を購入したのち改変。

員が話者になる事が条件づけられた。CMの準備段階から、学生たちに与えられた設定は、以下のようなものである。

キミ達はCM製作企業の社員である。今回は宮城教育大学から「環境先進大学である事をアピールする大学のCMを製作するので、スライドによるCMのプロトタイプを出して欲しい、という依頼があった」。この依頼は大手6社が受けており、採用されるのは1社のみである。これより各社ごとに原案のスライドを製作し、大学からの受注を勝ち取れ！

学生は、くじ引きにより男女混合で六つのグループに分けられ、一社ごとに制作を統括する代表取締役1名と、その他各々が決めた役職4名で本課題にあたってもらった。評価項目は、あらかじめ学生側に知らせてあった。一方で、学生自身が審査員になる事は、発表当日まで知らせなかった。なお課題の告知から発表前のメインファイル提出まで、二週間の製作準備期間を設けた。評価項目は以下のように設定した。

1. 期限内提出	+1
2. 本学の環境対策の魅力が表現されているか	+2
3. プレゼンの熱量(仕込み、取材等)	+3
4. アイデアの独創性	+4
5. シークレット(プレゼン当日まで秘密)	+?
6. 社員全員が話さなかった場合	-6

評価項目2よりも、3の熱量や4の独創性について加点を大きくした理由は、将来的に学生が他校や企業で、異なるテーマのプレゼンを行う場合に備え、ジェネリックスキル(汎用的技能)の習得(e.g. 西道2011)を重視したためである。またCM製作を課題として用いた理由は、没个性的になればCMとしての価値が無くなるため、アイデアの独創性(評価項目4)について、真剣に考える機会を得ることが出来るからである。評価項目5のシークレットは、発表当日に各グループの評価を開票する前に、クラスの評価がどこに集まったのかを予測し、授業通貨を投資することによって得るリターンである。この点につい

ては後述する。

各グループのCM発表に対する評価を、参加学生29名と教官1名の計30名で等価に行うことは、プレゼン当日に参加学生へ告げた。審査員30名の保有する評価用通貨は一人当たり35万MKDと定められ、これを自分たち以外の5グループに評価として分配してもらった。評価は、評価項目の上限値以下で行ってもらい、1万MKDを評価の最小単位と定めた。なお、各自が手持ちの35万MKDを使い切ることは、評価の基本条件として説明された。

各グループのCM発表に際し、審査員にはメモや支払われる評価の仮確定を、鉛筆で記入してもらった。そして全ての発表終了後に、各グループへの評価を確定するとともに、上限値や35万MKD使いきりの条件を満たしているかをチェックしてもらった。続いて、各グループに分配された評価用MKDを回収し、これを教官がカウントした。グループに集まった評価の合計は、グループに所属する学生の人数で等分されたものが、個人の評価として分配された(今回は全てのグループが5人だったので5等分)。

学生には、この各グループに対する評価を知る前に、クラスの評価はどのグループに流れたのか予測してもらい、自分のグループも含めた6グループに投資用MKDを、10万MKD使いきりで分配投資をしてももらった。この投資へのリターンは次のように計算した。まず、プレゼン前のグループの評価額は一律で $35 \times 5 = 175$ (万MKD)である。例えば、プレゼン後にグループAの評価が191万MKDに上昇したとすると、その上昇率は $191/175$ となる。もしある学生がグループAに5万MKDを投資していれば、 $1.09142 \times 50,000 = 54,571$ (MKD)がリターンとして付与される。この学生が、プレゼン後評価額182万MKDのグループBに残りの5万MKDを投資していたとすると、リターンは $182 \div 175 \times 50,000 = 52,000$ (MKD)となる。従ってこの学生の投資に対するリターン総計は $54,571 + 52,000 = 106,571$ (MKD)となる。

上記の学生がグループDに所属していたとして、このグループのプレゼン後評価が178万MKDだったとすると、この学生がグループから得られる評価用MKDは $1,780,000 \div 5 = 356,000$ (MKD)とな

る。これに投資のリターンを加算すると、356,000 (評価用MKD) + 106,571 (投資用MKD) = 462,571 (MKD) となる。そして、これをこのプレゼンにおける個人評価とした。

結果の解析は、まず項目ごとに各グループがどのように評価されたのかをまとめた。本稿では、総合、魅力 (項目2)、熱量 (項目3)、独創 (項目4) にかけて結果を表1に示した。続いて、グループ間の評価がどのように流れたのかを、把握するために、各グループから他グループに対して分配された評価用MKDの流れを1位と2位評価のみ可視化し、結果の項の図2に示した。

次に、学生の評価がどれほど教官の個人評価を反映しているのかを統計的に解析した。まず、評価用と投資用のMKDを合計した前述の個人評価をリスト化した。さらに「環境教育の方法と技術」における、私を含む計4人の教官による、当プレゼン課題以外の各学生に対する評価リストを作成した。そして、教官4名の学生に対する個人評価を従属変数、学生自身による学生評価と投資によって算出された個人評価を説明変数、性別をランダム効果とした一般化線形混合モデル (GLMM) を構築した。データの分布は、正規分布、ポアソン分布、ガンマ分布、逆正規分布の四種類を仮定し、AIC (赤池情報量基準) を指標としてその妥当性を比較したのち、正規分布を仮定したモデルを選択した。最後にこのモデルを「教官と学生の行った評価には関連が無い」というヌルモデルと、尤度比検定によって比較した。

解析はコンピューター言語R (R Core Team 2012) を用いて行い、一般化線形混合モデルは *lme4* パッケージ (Bates et al. 2014) 中のプログラム *glmer*、AIC値の算出はRにデフォルトで実装されているプログラム *AIC* を用いた。

3. 結果

表1に示されたように、グループの総合順位は、グループAがあたま一つ抜け出ており、2位以下は僅差におさまった。この中でグループFは提出期限が遅れ、30万MKDをとりこぼしたために、評価が極端に小さくなっている。

魅力の 카테고리では本学の環境対策の魅力に注力したグループほど評価が高くなっているが、全体的に評価差はわずかである。熱量の 카테고리では、インタビュー動画等をCMに含めたグループが高く評価されており、2位以下の評価差は僅差となっている。

独創の カテゴリは、評価の上限が最も大きいことから、今回のCM受注合戦の大票田となった。ここで

👑 総合		魅力：環境対策の魅力	
1位	191	グループ A	1位 37
2位	182	グループ B	グループ C
3位	181	グループ C	3位 36
4位	178	グループ D	4位 35
5位	176	グループ E	5位 33
6位	142	グループ F	6位 32

熱量：プレゼンの熱量		独創：アイデアの独創性	
1位	60	グループ D	1位 77
2位	50	グループ F	2位 70
3位	49	グループ B	3位 68
		グループ A	4位 64
5位	46	グループ E	5位 56
		グループ C	6位 55

表1. 各グループの総合と評価項目ごとの順位 (学生が決めた企業名は表示しない)。太字の数字は各グループに集まった評価用授業通貨 (単位：万MKD)。

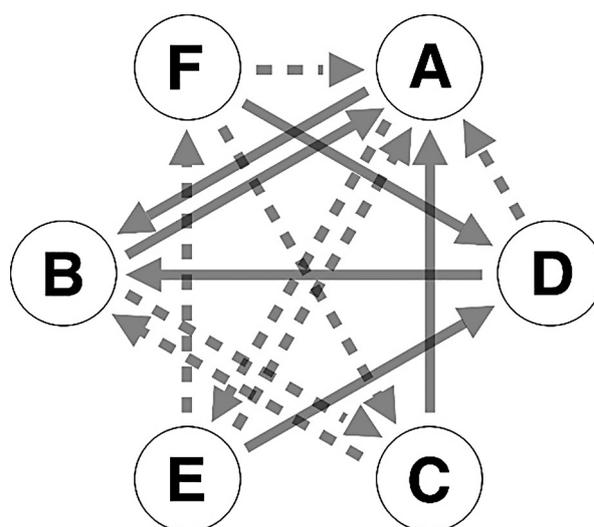


図2. グループ間の評価の流れ。実線の矢印は総合の カテゴリにおける1位評価、点線の矢印は総合の カテゴリにおける2位評価。同率順位の場合は同じ種類の矢印が1つのグループから2本送られている。

高評価を集めたグループは、当日の発表でアテレコのパフォーマンスや、印象に残るCMらしい演出を行っていた。他のカテゴリーのグループ間における評価が拮抗したこともあり、本カテゴリーを制したグループが総合上位に食い込んだ。

グループ間の評価の流れは、グループAに他の全てのグループから、1位評価もしくは2位評価が流入している。このように、グループAは他のグループから等しく高評価を得ており、これがグループAを総合1位評価に導いた。グループBには、グループAと同じく1位評価の矢印が2本流入しているが、2位評価は1本だけとなっており、グループEとFの評価がグループDに流れた影響をうけている。今回は、グループCが2位評価2本、グループDが1位評価2本を得ているにも関わらず、グループCが総合3位、グループDが総合4位となった。これには、グループEとFの他グループへの評価が比較的均一であり、グループDへの1位評価にボリュームが無いことが影響している。一方で、グループCには2位評価額に近い3位評価額等が水面下で流入しており、結果的な総合評価がグループDよりも高い3位となった。

続いて「教官4人による当プレゼン課題以外の各学生に対する評価」を従属変数、「学生自身による学生評価と投資によって算出された個人評価」を説明変数、性別をランダム効果とした一般化線形混合モデル(GLMM)を構築し、尤度比検定によりヌルモデルと比較した。この結果「教官と学生による学生評価には高い正の関連性が認められる」という結果になった($X^2 = 4.8496$, $p = 0.0277$)。

4. 考察

グループの総合ランキングでは、他との差別化を図ったグループや、CMらしい印象効果を盛り込んだグループに評価が集まった。スライドの美しさや完成度よりも、ユニークさや内容を重視した評価となったことは、学生の本質を見抜く目が育っていると感じさせる。プレゼン当日は、各学生がCM製作会社の社員になりきってトークを展開しており、これが授業の雰囲気盛り上げた。このクラスのナリキリ度合いが「CMとして採用するならばどの作品を選ぶべきか」

という学生の思考に働きかけ、評価に反映された可能性もある。

学生自身が学生の成績をつける事には、抵抗感をもつ方もいるだろう。しかし、少なくとも今回の結果では、出席や課題評価を考慮して求められた、教官による学生個人の評価と、学生自身がつけた学生の成績は、統計的に有意な正の関わりをみせた。この結果は「学生による学生評価が、教官と似た価値観で行われている」可能性を示唆している。学生が評価を行った環境CMのプレゼンでは、「本学的环境対策の魅力」や「プレゼンの準備に費やした熱量」、「アイデアの独創性」といった項目が評価対象となっていた。これらの評価項目は、講義に対するレポートで「主題へのフォーカスと論理性」、「課題に取り組む姿勢」、「独自のアイデアを展開しているか」といった、教官が学生を評価するポイントそのものである。評価する側としての能力を有する学生たちが、友人を評価する責任に対して真剣に向き合わなければ、わずか29人のデータで今回のような統計結果は生まれない。

学生自身がクラスメートを評価する際には、クラスの間関係のしがらみに準じたバイアスが生じる可能性がある。単純に考えれば、グループの人数が多くなるほど、このようなりスク要因が浮上する可能性は小さくなるだろう。一方で、グループの人数が多くなるほど、グループの成果と個人の能力の関連性は小さくなる。従って、グループの人数にはバランスが必要である。本研究は1グループ5名で構成したが、先の統計解析結果を考慮しても、バランスはとれていたように思える。

今回は、自分のグループが得た総合評価だけで、個人評価は決まらない。つまり「クラス全体からはどのグループが評価を得たのか」を予想して行われる投資が正確なほど、成績であるMKDが、個人評価に加点される仕組みになっていた。この投資を成功させるためには、自分たちおよび他のグループを客観的にみつめ、どのグループが皆に評価されるプレゼンを行ったのか、予測する必要がある。

ルールでは、評価用通貨は自分たちのプレゼンに投入できず、投資用通貨のみが自分のグループも含めた全てのグループに、自由に投資できるようになってい

た(図1)。従って投資の段階では、自分の生み出したものを過大もしくは過小評価せず全体を判断ができるか、ということが投資のリターンを得る重要なポイントになってくる。

当然ながら、1位になりそうなグループが明確な場合は、投資マネーは1位候補のグループに集まり、投資の難易度も低くなる。一方、グループ同士のCMのクオリティが横並びであれば、投資難易度は一気に高くなると共に、分散投資が増えるだろう。

今回の場合、各グループの評価差は小さく、評価用通貨の流れも複雑だった(図2)。従って、各グループのプレゼン後評価の予測は難しかったはずだ。ちなみに私(林)も学生と共に、この個人投資に参戦したが、投資リターン額ランキング1位は獲得できず、30名中6位に甘んじた。

本講義では、投資用通貨で自分のグループ評価を買い支えることが出来ない。これは市場において個人投資家一人の投資額に株価を変動させる力は無く、世の評価や風向きを判断し、株を購入しなければ、利益が出ないのと似ている。投資ゲーム自体はきっかけに過ぎないが、他人や自分に対する評価を真剣に考えることは、授業だけでなく、今後の人生における様々な課題への対応力を磨くことにつながる。

本研究において、学生による学生の評価は、教官の評価と統計的に有意な関連性を示した。この結果から「学生が講義を行い、相互に成績を評価し、その評価の行方を予測する授業」には研究する価値がある。またこの授業用に開発した授業通貨は、評価などの見えにくいものを可視化するため、今後の工夫次第で、様々な面から教育現場および教育学の、活性化をもたらす可能性がある。今回行われた成績評価の紙幣化とそのやりとりは、学生と教官にシビアかつ複雑な評価の流れを理解させ、真剣さと笑いが織り成す、アクティブなアクティブ・ラーニングを創出した。

5. 今後の展望

授業通貨は「キミ達を信じます」という教師から生徒に投げるボールだ。今回は、学生たちがこの札束を真剣に受け止めてくれたが、授業通貨の運用はまだテストの初段階であり、本格的な活用はこれからである。

授業に出席し、課題をこなし、皆で議論するといった一連の活動には、税金、奨学金、仕送り、バイト代、時間、そして大学職員の給料や講義に費やすエネルギーといった、多大なコストがかかっている。それは学生たちの身銭であり、学生たちに投入されている投資であり、未来創造の営みである。

今後は「学生自身が出席や課題、試験の価格を決める」といった実験を試みる。また語呂合わせに始まったMKD(宮教ドル)にこだわらず、日本円と同レートのMKY(宮教円)にすることで、授業にかかる概算コストを反映させ、自分達の学びにどれほどの金額が費やされているのかを意識しながら、授業をすすめるという実験もスタートする。これらの講義にかかる金額が、授業通貨すなわち成績というかたちで、受講生に支払われるのなら、そこには数学的な意味がある。税金ひとつをとっても、講義に投入されたお金を、その額を反映したかたちで授業通貨=成績として回収するからだ。

加えて学生には、授業によって培った思考力や知識、センスの価値を意識するとともに、これらを原資として誰かに投資を行い、学びの連鎖反応を起こしてもらわなければならない。授業通貨がその一助として、新しい授業を生み出し、学生が学ぶ楽しみを開放することを狙い、筆者らもその運用に更なるアイデアを投資していく。

謝辞

宮城教育大学講義「環境教育の方法と技術」を熱心に受けてくれた受講生、宮城教育大学教員キャリア研究機構スタッフの齋藤有季さん、鶴岡希望さんをはじめ研究協力者の皆様のほか、自由な講義に協力して下さった大学関係者の皆様にこの場を借りてお礼申し上げます。本研究の一部は日本学術振興会(24770013, 16H03051, 20K20802)の研究費を元に遂行された。

引用文献

1. Bates, D., Maechler, M., Bolker, B. & Walker, S. 2014. lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4. R package version 1.1-7.

2. Candy, P. C., Crebert, R. G. & O' Leary, J. 1994. Developing lifelong learners through undergraduate education. National Board of Employment Education and Training Commissioned Report no. 28. Canberra: Australian Government Publishing Service.
3. Freeman, S. et al. 2014. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415.
4. Heriot, K. C., Cook, R., Jones, R. C. & Simpson, L. 2008. The use of student consulting projects as an active learning pedagogy: A case study in a production operations management course. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 6 (2), 463-481.
5. Hope, M. 2009. The importance of direct experience: A philosophical defence of fieldwork in human geography. *Journal of Geography in Higher Education*, 33 (2), 169-182.
6. Johnson, R. T. & Johnson, D. W. 2008. Active learning: Cooperation in the classroom. *The Annual Report of Educational Psychology in Japan*, 47, 29-30.
7. Prince, M. 2004. Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93 (3), 223-231.
8. Sadler, P. M. & Good, E. 2006. The impact of self-and peer-grading on student learning. *Educational Assessment*, 11 (1), 1-31.
9. Silberman, M. 1996. *Active Learning: 101 Strategies To Teach Any Subject*. Boston, Allyn and Bacon.
10. Team, R. C. 2012. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*.
11. Topping, K. 1998. Peer assessment between students in colleges and universities. *Review of Educational Research*, 68 (3), 249-276.
12. 西道実 2011. 社会人基礎力の測定に関する尺度構成の試み. *プール学院大学研究紀要*, 51, 217-228.
13. 文部科学省 2019. 新学習指導要領について (資料7) 1-12.
14. 山内祐平 2019. 教育工学とアクティブラーニング. *日本教育工学会論文誌*, 42 (3), 191-200.
15. 山地弘起・川越明日香 2012. 国内大学におけるアクティブラーニングの組織的実践事例. *長崎大学 大学教育機能開発センター紀要*, 3, 67-85.
16. 山地弘起 2014. アクティブ・ラーニングとは何か. *大学教育と情報*, 1, 2-7.

シッポ踏みゲームを用いたアクティブ・ラーニング： 学生をエージェントとした体感型個体ベースシミュレーションとその教育的可能性

林 守人*・溝田浩二*

Active Learning Promoted by “Step on the Tail” Game:
Individual-Based Ecosystem Simulations Using Students as Agents

Morito HAYASHI and Koji MIZOTA

要旨：環境教育で「移入種の影響で在来種が減少しています」と説明するのは簡単でも、これを納得のいくかたちで、実験して見せることは非常に難しい。これは生物進化や生態学の実験にも当てはまる。そこで本研究では、学生をエージェントとした、参加者体感型の「シッポ踏みゲーム」型シミュレーションを行い、この「言うは易く行うは難し」を「言うは易く行うは楽しい」にする一例を提案する。

キーワード：アクティブ・ラーニング、体感型個体ベースシミュレーション、移入種（捕食者）、在来種（被食者）、シッポ踏みゲーム

1. イントロダクション

環境学の授業で必ず登場する話題に「移入種による在来種の多様性減少」があげられる（鷲谷・村上 2002, 堀越ほか 2009, 荒山 2010）。ただし、これを生徒の前で実験しようとする試みは、ほとんど存在しない。なんとか実験しようとして、仮に実験用のビオトープを自分で設置し、毎年維持して、という手順を踏むと、そこには多大な労力がかかるだろう。水槽ならばもう少し簡単に実験が出来るかもしれない。そこでブラックバスを、在来種の身代わりである金魚の泳ぐ水槽に投入してみる。やってみると良く分かるが、これは一瞬で決着がついてしまい、単にブラックバスの大食漢ぶりを再確認して終わりになってしまう。

移入種問題と共に、今回モデルにした「生き物の形に多様性が生まれるメカニズム」といったテーマも、フィールドに出て簡単にその仕組みを観察できる訳では無い。同様のテーマに関しては、研究者が苦勞して研究したあげく、クリアな結果が得られないことも多い（Pryke & Andersson 2002）。こういった場合、

学生にシミュレーション（Hayashi 2020）を披露するのは一案である。ただし、パラメータを変化させ、相が変わる閾値を示すことは出来ても、学生視点で見れば「実験で確かめた」という実感は残りにくい。

結局のところ、生物の集団や群集が絡んだ現象は、授業の内容としては面白いが、これを面白く実験する事は難しい。また、テーマによっては、授業中の実験が困難なものも多い。

そこで今回は、受講者自身がシミュレーションのエージェントとなり、これらの科学現象を再現する方法を提案する。この授業は、アクティブ・ラーニング（山地 2014, 山内 2019）として、運動場や体育館でゲームを楽しみながら行うことができ、一度準備を整えてしまえば、何度でもリピートできる。

本稿では「シッポ踏み」を用いた体感型シミュレーションの報告を行うが、古くより親しまれた、鬼ごっこ、缶蹴り、ダルマさんが転んだ、雪合戦、ドッジボールなどは全て、わずかなアイデアを投入するだけで、やりがいのあるアクティブ・ラーニングに姿を変

*宮城教育大学教員キャリア研究機構, E-mail1 : hayashimorito@gmail.com, E-mail2 : mizota64@gmail.com

える。我々が知る豊富な遊びのルールは、アレンジの幅が広く、様々な現象のメカニズムを表現する上で好都合である。

本稿では、観察に手間がかかる科学現象を、小学生から大学生に至るまで、楽しみながら簡単に体感してもらえる授業の一例を紹介する。

2. 方法



写真1. A: シッポの長さを記したビニルテープの印。B: 写真右側のようにシッポは長さごとに整理して並べ、ゲームの進行をスムーズにする。写真左側の学生のように、シッポはズボンの腰にはさむ。C: シッポ踏みゲームでは、捕食者にシッポを踏まれ、ズボンからシッポが抜けた被食者は、捕食された個体としてゲームエリアの外に出る。

本研究では、「シッポ踏みゲーム」を使って、外来種の脅威（実験1）と多様性の進化（実験2）を、生徒に体感してもらう試みを行った。

<必要な材料と道具>

- ・ビニルのより紐（200メートル×3）
- ・ビニルテープ（黒、青、緑、黄、赤）
- ・くじ引き用の適当な紙（当たりは4割）
- ・くじ引き用の箱
- ・はさみ
- ・マジック（黒、白）

当初、本講義の参加学生数は20名を想定しており、これを元に授業の準備を行った（当日は26名参加）。本講義ではまず、しっぽとして使用するビニルのより紐を切り分けることから準備をはじめた。この作業を効率よく行うために、エクセルに表1のような、紐の長さに関する計算表を作成した。準備した紐の長さは、表1に示した1.50～3.75メートルの10種類である。これらの紐の長さは0.25メートルずつ異なる。

紐の長さ	本数	長さごとの合計	ビニルテープ	
			番号	色
1.50	× 20	= 30	1	黒
1.75	× 20	= 35	2	黒
2.00	× 20	= 40	3	青
2.25	× 20	= 45	4	青
2.50	× 20	= 50	5	緑
2.75	× 20	= 55	6	緑
3.00	× 20	= 60	7	黄
3.25	× 20	= 65	8	黄
3.50	× 20	= 70	9	赤
3.75	× 20	= 75	10	赤
合計			495 m	

表1. シッポとして用いる紐の長さの計算表。紐の長さの単位はメートル。今回は、同じ長さのひもを20本ずつ準備した。これらのシッポ200本分を合計すると、495メートルの紐が必要となる。実際はエクセルで作成した。

同じ長さの紐は、クラスの人数分用意する。30人のクラスであれば、10種類の異なる長さの紐が30本ずつ、つまり300本のシッポを用意することになる。準備が大変な場合は、学生に手伝ってもらうのが良いだろう。紐を全て切り終えたところで、紐（以下シッポ）の片方にビニルテープで印をつける。おススメは、旗のようにテープを張り合わせるやり方だ（写真1A）。色は表1のように、長さごとに変わっていくと分かりやすい。ただし、このビニルテープは番号を書き込む為のものなので、色を変える必要は必ずしも無い。次に、ビニルテープの旗に番号を1～10まで書き込んでいく。一番短い1.5メートルのものは1、一番長い3.75メートルのシッポは10番になる（表1参照）。シッポに番号もしくは長さが分かる、何らかの印をつけておかないと、実

際にシッポ踏みゲームをする際に、長さが分からなくなり実験が破綻してしまう。これでシッポの準備は完了だ。

次に以下のようなクジを作成する (1セット分)。

<クジの構成 (括弧内はクジに対応したルール) >

- ・「外れ」 ×12本 (子供は生まれない)
- ・「当たり+1」× 2本 (子供のシッポが親より1長くなる)
- ・「当たり 0」× 4本 (子供のシッポが親と同じになる)
- ・「当たり-1」× 2本 (子供のシッポが親より1短くなる)

クジの材料は、紙でも、洗濯バサミに当たり外れを書いた紙をはさんでも、ピンポン玉でも良い。これを箱に入れてクジ1セット (クジ20個入) は完成だが、何セットか使った方がスピーディーにゲームが進むので、複数セットを準備したい。

2-1. 実験1の方法

実験1では、シッポの長さが異なる10種類の在来種 (被食者) が存在したと仮定して、これが捕食性の移入種によってどのように減少するのかを体感する。

体育館や校庭などの走り回れるスペースがあるところで、クラスのうち何名かに外来の捕食者役をやってもらう。本講義では、26名の参加学生のうち3名の男子学生に、被食者のシッポを踏む捕食者役をやってもらった。

次に、捕食者以外の学生にシッポをつけてもらい、被食者になってもらう。シッポは、番号が踏まれて外れないように、数字が書かれているビニルの旗側をジャージの腰にはさむ (写真1B)。今回の場合は、被食者が23名だったので、一つの番号につき2-3名を割り当て、10種の被食者になってもらった。なお、被食者のシッポの長さとは数は、この時点でエクセルなどに記録しておく。

ゲーム開始後は、決められたスペース内で、捕食者が被食者のシッポを踏みに行く。いかなる理由でも、シッポがとれた被食者は、死亡したとし、スペースから出る (写真1C)。人数が半分以下になったところでゲームを止め、生き残った被食者のシッポ長を

記録する。

本講義では、実験1はここで終わり、実験2に移ったが、生き残った種の個体数を倍にして、もう一度、被食者が半分以下になるまで、2回目のゲームを行っても良い。ゲームを繰り返すほど、シッポの短い生き残りに有利な種、の個体数が多くなっていくだろう。

2-2. 実験2の方法

実験2では、動物のオスが闘争に用いるツノや一部の魚類の体色が多様に進化するメカニズム、鳥の尾羽が不要とも思えるくらい長く進化したり、派手になるメカニズムを再現する。

まず、オスのシッポの長さが多様に異なる、ある一種について考える。この種のメスはシッポの長いオスを好むと仮定すると、シッポの長いオスは、子供を沢山のこすことができる。ただし、シッポが長く進化すると、捕食者に狙われ死亡する可能性が高くなる。さあシッポの長さは、どのように進化するだろうか。

実験2でも、捕食者の数は3人とした。また被食者のオス23名には4番と5番のシッポをつけて実験をスタートしてもらった。

被食者の数が半分以下に減ったところで、ゲームを止め、生き残った人がクジ引きを行う。クジは、シッポの番号の数だけ引くことができる。つまり一番シッポが長い10番の個体は10回クジを引いて子供を沢山のこすことが出来るが、一番シッポが短い1番の個体は1回しかクジを引くことが出来ない。

当たりを出した親が4番のシッポをもつ個体だとすると、子供のシッポの長さは「当たり+1」の場合は5番、「当たり 0」の場合は親と同じ4番、「当たり-1」の場合は3番のシッポというふうに変化する。子供役は、シッポを踏まれゲームエリア外に出ていた人に再登場してもらう。

生き残った被食者が全員、シッポの番号の数だけクジを引き、子供を場外からゲームエリアにチャージしてから、2回目のゲームを行う。この手順を繰り返すことにより、シッポの長さが進化していく様子を観察することができる。生き残った個体や生まれた個体のシッポの長さはゲームが終わる度に記録しておく。

3. 結果

種ごとにシッポの長さが異なる10種の被食者（在来種）群集に、捕食者（移入種）が侵入した場合を想定した実験1では、図1のようにシッポの長く捕食者に踏まれやすい、生存に不利な種が減少した。結果として、シッポが短くシッポが踏まれにくい、生存に有利な種が生き残り、群集全体としては、種の多様性が減少した。

実験2では、図2のように、シッポの長さは時間が経過する（実験を繰り返す）にしたがって、扇型に広がるように進化した。つまり、被食者集団において、シッポの長さの多様性は急激に増大した（多型が進化した）。

図2の時間7では、シッポの長さの最大長は8にまで達するが、このシッポ長8は、その後の時間帯では消えている。このシッポ長8より25センチ短いシッポ長7は、時間5以降つづけて存在している。このことからシッポ長7と8の間が、捕食圧と出産率の釣り合う限界の長さとなっている。つまりこれは、3.00～3.25メートルの間に、シッポが踏まれる確率と、シッポを踏まれずに生き残り、クジ引きで子供を増やす確率の拮抗する揺らぎ、があることを示している。そして、これよりシッポが長くなると、シッポを踏まれる確率が、子供を残す確率よりも上回っている。

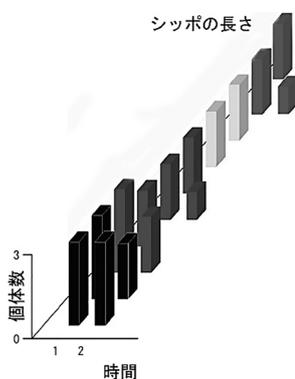


図1. 実験1の結果：捕食者（移入種）がシッポの長さが異なる10種の被食者（在来種）の群集中に侵入した場合。シッポの長さは図の上端が10（3.75 m）で下端が1（1.5 m）。時間1で10種だった在来種は、時間2で5種まで減少している。また、シッポの長い種、つまりシッポが踏まれやすく生存に不利な種が減少している。

4. 考察

実験1は、予測できる結果であるが、自然界においても、同様の現象が起こっている（堀越ほか 2009, Towns et al. 2009, Colin et al. 2010, 荒山 2010, Doherty et al. 2016）。つまりこれは、移入種に対して弱い在来種は淘汰され、移入種に対して強い種が生き残る、というシンプルな実験結果である。シッポに用いた紐が長い場合は、どんなに足の速い生徒でも、限られたスペースの中では、捕食者に踏まれやすくなる。反対に、足の遅い生徒でも、シッポが短い場合は生き残る確率が高くなる。

実験2の結果も性選択と呼ばれる進化の仕組み（Kirkpatrick 1982）で簡単に説明できる。メスにモテるシッポの長い被食者のオスは、子供を多く残すが、これらの子供たちもシッポが長いいため、捕食者にシッポを踏まれやすい。反対に、メスにモテないシッポの短いオスは、子供を残す確率は低いが、シッポを踏まれにくいため、生き残りやすい。このバランスが確率的に釣り合う場合、シッポの長さには多様性が生まれ、集団中に様々なシッポの長さが同時に存在するように進化する。

実験2の結果をさらにクリアにするアレンジとしては「親個体はゲームを一回行くと寿命がおとずれて死ぬ」という設定に変更すれば良い。このアレンジの結果は、図3のようになると予想できる。理由は、この設定変更により親がゲーム1回ごとに確実に死んだ

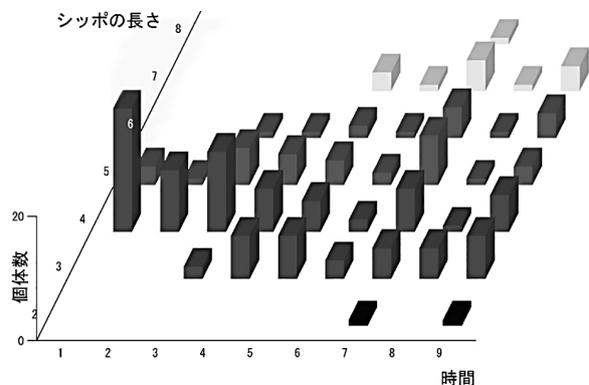


図2. 実験2の結果：捕食者（移入種）がシッポの長さが4または5の一種で構成された被食者（在来種）集団中に侵入した場合。時間1で被食者集団のシッポの長さは4と5だったが、時間9では、シッポの長さが1～7まで多様に進化した。

め、図2のような均衡が崩れ、より子供を残す事のできるシッポの長いタイプが有利になるからである。このアレンジならば、コクホウジャクの様極端にシッポの長い鳥がどうやって進化したのかなど (Pryke & Andersson 2002), 生物の極端な形態や性質がどういう仕組みで進化するのかを、より簡単に説明することが出来るだろう。今回の場合は、大学生ならば、どうしてグラフが扇型になるのか、考察できるだろうという想定のもとに、実験2のルール設定を試した。

実験2でシッポの長さだったものは、単一種の形態的な特徴であり、例としては、カブトムシの角や、鳥の尾羽でも良い。実際にカブトムシの角は、そのサイズが大きいほど、オス同士の闘争において有利であり、メスとの交尾の機会を増大する。ところが、角が大きき体格の良いオスは、カラスやタヌキなどの捕食者に狙われ、捕食される確率が高いことが分かっている (Kojima et al. 2014)。

また、シッポの長さは色彩の多型などに置き換えても構わない。グッピーの集団は、捕食者の存在しない環境で飼育すると、体色の派手なオスが進化していく。これは、派手なオスの方がメスにモテることが原因である。逆に、捕食者の存在する環境では、派手なオスは食べられてしまい、死亡率が上がるため、グッピーのオスは、背景色に似た地味な体色に進化していく (Endler 1983)。従って、このグッピーの例も、実験2の仮定と同じである。

今回紹介した「シッポ踏みゲーム」は、こういった現象を、限られた授業の時間枠で観察するアクティブ・

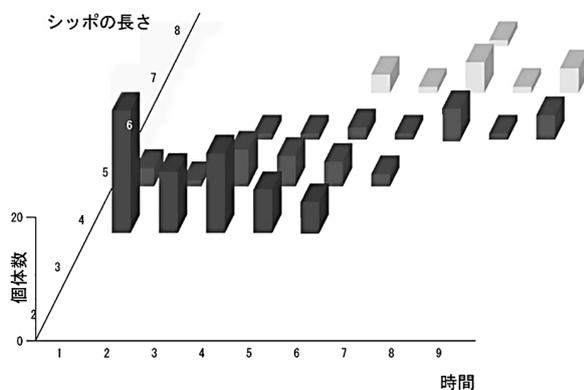


図3. 実験2で「親は子供を産むと寿命が尽き、ゲーム1回ごとに死ぬ」とルールを変更した場合は、シッポの長さはこのような進化をすると予想できる。

ラーニングである。この学生をエージェントとした、体感型のシミュレーションは、ルール (パラメータ) を試行錯誤することによって、多様な現象を表現できる。

例をあげれば、シッポをつけた2つのグループで「シッポの踏み合戦」を行うような場合は、競争関係にある2種の種間関係を表現できる。加えてここに、特定種のシッポを守る別の種を投入し、生物の共生関係を表現することもたやすい。ここに細かい味付け (ルール設定) を行うことにより、コンピュータシミュレーション顔負けの結果も期待できる。また、これらはチーム対抗戦なので、授業が大盛り上がりになることは、筆者が保障する。シッポ踏みゲームだけでも色々アレンジできるが、冒頭でも触れたように、鬼ごっこやドッジボールといった昔ながらの遊びを用いれば、さらに多岐にわたる現象を、体感型シミュレーションに造り変えることが可能だ。

今回の実験をそのまま行う場合、腰の位置が低い小学校児童の場合には、シッポの長さを、全体的にやや短くした方が良いだろう。シッポの長さの差も25センチずつでは無く、20センチくらいの方が適切かもしれない。また小学校で行うならば、実験1だけでも楽しむことが出来るだろう。

方法で説明したように「シッポ踏みゲーム」をシミュレーションに改変する場合、最初の準備は少し手間がかかる。しかし、これらのツールは、一度作ってしまえば、次回からは何度でも繰り返し使用することができる。従って、一度準備したものをリユースできるという意味では、このアクティブ・ラーニングも、通常の授業ときほど労力は変わらない。

サイドメニューとしては、ルール変更のアイデアを学生に考えてもらおうと、とても実用的で面白いものが出てくることがある。時間が許せば、授業をクラス全員で創るという意味で、こちらにもぜひ挑戦して頂きたい。

5. まとめ

学ぶことを楽しいと感じることが出来れば、教師が何も言わなくても、教室の学びは加速する。アクティブ・ラーニングに関して、数々のポジティブな効果

や (Prince 2004, Johnson & Johnson 2008, 山地・川越 2012, 山地 2014, 山内 2019), 成績があがるという報告 (Freeman et al. 2014) が提出されている理由は, そこに学ぶ楽しみを見出すことが出来るからだろう。

今回の「シッポ踏みゲーム」は, 遊びの形をした実験であり, 全員で頭をひねるアクティブ・ラーニングである。実験中に, 参加者が移入種や在来種の視点を得ることが出来る点も, 授業の考察を行う上で, アドバンテージとなった。また, 実験結果が, 自然界の生物現象を反映したものとなったことは, この体感型の実験が, シミュレーションとして機能したことを示している。

本稿のシッポ踏みに限らず, 古くから慣れ親しんだ, 同様の遊びをモデルにすることで, 様々な科学現象や社会の仕組みを, 皆で楽しみながら説明することが可能である。そして, 学生～児童が, ゲームのルール改良や, 新しい授業用ゲームの開発に参加するような, 時間を設けることができれば, 実用的で面白いアイデアが増えていく。こうした時間は, 授業を創る意識を皆で共有することにつながり, 参加型学習の先にある授業創造型とも言うべき教育の可能性を拡げていくだろう。

謝辞

正月明け1月5日の寒い体育館で, シッポ踏みゲームに参加してくれた宮城教育大学3回生26名, 宮城教育大学教員キャリア研究機構スタッフの齋藤有季さん, 鶴岡希望さんをはじめ研究協力者の皆様のほか, 自由な講義に協力して下さった大学関係者の皆様にこの場を借りてお礼申し上げます。本研究の一部は日本学術振興会 (24770013, 16H03051, 20K20802) の研究費を元に遂行された。

引用文献

1. Colin, S. P., Costello, J. H., Hansson, L. J., Titelman, J. & Dabiri, J. O. 2010. Stealth predation and the predatory success of the invasive ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. Proceedings of the National Academy of

- Sciences, 107 (40), 17223-17227.
2. Doherty, T. S., Glen, A. S., Nimmo, D. G., Ritchie, E. G. & Dickman, C. R. 2016. Invasive predators and global biodiversity loss. Proceedings of the National Academy of Sciences, 113 (40), 11261-11265.
3. Endler, J. A. 1983. Natural and sexual selection on color patterns in poeciliid fishes. Environmental Biology of Fishes 9, 173-190.
4. Freeman, S. et al. 2014. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(23), 8410-8415.
5. Hayashi, M. 2020. Simple simulation model: Successful water borne dispersal in terrestrial spiders to reach lake islands. The Journal of Island Studies, 21 (1), 1-14.
6. Johnson, R. T. & Johnson, D. W. 2008. Active learning: Cooperation in the classroom. The Annual Report of Educational Psychology in Japan, 47, 29-30.
7. Kirkpatrick, M. 1982. Sexual selection and the evolution of female choice. Evolution, 1-12.
8. Kojima, W., Sugiura, S., Makihara, H., Ishikawa, Y. & Takanashi, T. 2014. Rhinoceros beetles suffer male-biased predation by mammalian and avian predators. Zoological Science, 31 (3), 109-115.
9. Prince, M. 2004. Does active learning work? A review of the research. Journal of Engineering Education, 93 (3), 223-231.
10. Pryke, S. R. & Andersson, S. 2002. A generalized female bias for long tails in a short-tailed widowbird. Proceedings of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences, 269 (1505), 2141-2146.
11. Towns, D. R. et al. 2009. Predation of seabirds by invasive rats: multiple indirect

- consequences for invertebrate communities. *Oikos*, 118 (3), 420-430 .
12. 荒山和則 2010. 特定外来生物チャネルキャットフィッシュに捕食される魚類. *日本水産学会誌*, 76 (1), 68-70.
 13. 堀越和夫・鈴木創・佐々木哲朗・千葉勇人 2009. 外来哺乳類による海鳥類への被害状況. *地球環境*, 14, 103-105.
 14. 山内祐平 2019. 教育工学とアクティブラーニング. *日本教育工学会論文誌*, 42 (3), 191-200.
 15. 山地弘起・川越明日香 2012. 国内大学におけるアクティブラーニングの組織的実践事例. *長崎大学 大学教育機能開発センター紀要*, 3, 67-85.
 16. 山地弘起 2014. アクティブ・ラーニングとは何か. *大学教育と情報*, 1, 2-7.
 17. 鷺谷いづみ・村上興正 2002. 外来種問題はなぜ生じるのか -外来種問題の生物学的根拠-. In: *外来種ハンドブック*. 日本生態学会 (編), 地人書館, 東京, pp. 4-5.

仙台市青葉の森緑地における青葉山丘陵の地形地質観察

古市剛久*, **, ***

Geomorphology and Geology of the Aobayama Hills
Observed in the Aobayama Forest Park, Sendai City

Takahisa FURUICHI

要旨: 仙台市中心部から地下鉄でアクセスできる「仙台市青葉の森緑地」は、仙台周辺に広がる丘陵地群（陸前丘陵）の一つである青葉山丘陵の北縁にあり、仙台地域の地形と地質の一端をフィールドで学ぶ絶好の機会を提供している。本稿では2020年11月に開催された青葉の森緑地管理事務所主催の自然観察会「青葉の森の成り立ちツアー」に際して取りまとめた青葉山丘陵の基盤地質、地形発達、地形変化、水文循環に関する教育コンテンツを記録し、仙台地域における環境理科教育の素材として提供したい。

キーワード: 青葉の森緑地、青葉山丘陵、地層区分、段丘堆積物、火砕流堆積物、地すべり、斜面水文

Abstract: The Aobayama Forest Park is located on the northern edge of the Aobayama Hills, one of a group of hilly lands (the Rikuzen Hills) around Sendai, and is accessible by subway from the heart of Sendai City, providing an excellent field opportunity to learn the geomorphology and geology of the Sendai area. To enhance field learning in environmental and science education, a walking observation tour, titled "The Origin of Aobayama Forest Park", was organized by the Aobayama Forest Park Office in November 2020. This paper documents the contents of the waking observation tour, which consist of the bedrock stratigraphy, paleoenvironment, landform development, geomorphic processes and hillslope hydrology being observed in the Aobayama Hills. These contents are provided as a reference for future environmental and science education in the Sendai area.

Keywords: The Aobayama Forest Park, The Aobayama Hills, Stratigraphy, Terrace sediment, Pyroclastic flow deposit, Landslide, Hillslope hydrology

1. はじめに

青葉山丘陵は仙台周辺に広がる丘陵地群（陸前丘陵、あるいは陸前準平原）の一つで、仙台市街地の台地（広瀬川の河成段丘群）の南西に位置し、尾根部の標高が100-200m内外の丘陵地である（図1）。宮城

教育大学キャンパスはその青葉山丘陵の北縁、仙台駅から約4.5kmの位置に立地しているが、そのキャンパスを青葉台へ抜ける南西側から、広瀬川を見下ろす北側、三居沢へ抜ける北東側へかけて取り巻くように、仙台市の委託により公益財団法人仙台市公園緑地協会

* 森林総合研究所 森林防災研究領域, ** 宮城教育大学 教員キャリア研究機構 環境教育・情報システム研究領域

***Sustainability Research Centre, University of the Sunshine Coast, Australia,



図1. 仙台周辺の地形と青葉山丘陵及び青葉の森緑地の位置図（地理院地図を編集）。左上の断面図の位置は図中A-B

が管理する「青葉の森緑地」が広がっている（図2）。最大比高が約140m（広瀬川氾濫原が標高約60m，青葉台付近が標高約200m），面積約1.2km²の青葉の森緑地には散策路が整備され，緑地内で見られる動植物などに関する解説を盛り込んだ散策マップも用意され，季節毎に移ろう様々な見どころを案内する市民観察会が催されるなど，比較的手つかずの地域の自然に市民

が触れ親しむ絶好の機会を提供している。筆者は青葉の森緑地管理事務所が企画した地形地質に関する市民観察会の講師を務める機会を得て，青葉の森緑地内で見られる青葉山丘陵の基盤地質，地形発達，地形変化，水文循環を概説する観察会コンテンツを検討し，作成した。

本稿では，青葉の森緑地の散策路を歩きながら青葉



図2. 青葉山丘陵北縁に位置する青葉の森緑地の位置図（地理院地図を編集）



図3. 青葉の森緑地の斜め写真. 写真中の点線が見学ルート, 丸印及び番号が見学地点

山丘陵の地形地質を観察する市民観察会の概要を記録し、観察会当日は触れることの出来なかった内容も補いながら、青葉の森緑地での散策を楽しむ情報の一つとして、また仙台地域における環境理科教育コンテンツの一例として、提供したい。

2. 観察会の概要

2020年11月15日に開催された青葉の森緑地管理事務所主催の自然観察会「青葉の森の成り立ちツアー」は15名の市民参加者、3名の管理事務所レンジャー、講師1名(著者)で実施された。事前募集では71名の申し込みがあったことを踏まえ、11月28日及び11月29日に管理事務所レンジャーの方々の案内で追加

の観察会が緊急に実施された。11月15日の観察会は午前9:00に管理事務所に集合して開始され、散策路に沿って図2及び図3に示した5ヶ所の見学地点を回り、正午12:00に管理事務所へ戻り解散した(図4)。各見学地点でのテーマは次の通りである。

- Stop 1. 山の上の円レキ(青葉山段丘堆積物)
- Stop 2. 奇妙な平坦面(斜面崩壊・地すべり)
- Stop 3. 川の始まる所(斜面水文)
- Stop 4. 化石の森大露頭(青葉山の地層)
- Stop 5. 淘汰の悪い地層(火砕流堆積物)



図4. Stop1～Stop5での様子 (撮影:青葉の森管理事務所 黒川周子氏)

3. 地形地質の概要

(1) Stop 1. 山の上の円レキ (青葉山段丘堆積物)

管理事務所の裏へ抜ける散策路へ入り、坂を下った左側に小川が流れている。その小川の辺りを観察すると、小川の底には大きいもので直径20~30cmの円レキが転がっており、小川が削り込んでいる小崖には円レキを含んだ地層が露出していることが分かる (図5)。

一般に、円レキが良く見られるのは川原や海辺である (図6)。山などで岩体が割れて石となり、斜面や河川を通して運ばれる過程で尖っていた石の角が削られて丸くなる (その過程を「削磨作用 (Abrasion)」と呼ぶ)。海辺の波打ち際にある円レキは特に丸みを帯びているが、それは波の満ち引きによって石が絶えず揺られ、隣の石と絶えずぶつかり合うため削磨作用が強く働くためである (図6)。



図5. 青葉山で見られる円レキ



図6. 川原 (上図) や海辺 (下図) で見られる円レキ

川原や海辺にみられる円レキが青葉山の尾根部に近い位置にあるということは、青葉山の尾根部がかつては川原あるいは海辺の環境にあったのではないかという想像が生まれる。青葉山を構成する地層の最上部は主として約80万年前~13万年前までの中期更新世 (現在は「チバニアン」に改称) に形成された「青葉山層」と呼ばれ、山地を流れる溪流が平野へ出る場所にできる扇状地のような環境で堆積した地層であると考えられている (中川ほか 1960)。円レキを含むことが青葉山層形成当時の環境を読み解く鍵となっているのである。

観察会当日の見学サイトには含まれなかったが、青葉山層が最上部を構成する青葉山の尾根部は平坦な場所となっており、宮城教育大キャンパスもその平坦な場所の上に立地している (図3)。この平坦な場所がかつては扇状地性の地形面であったと考えられ、「青葉山面」(中川ほか 1960, 1961) あるいは「青葉山段丘」(地学団体研究会仙台支部編 1980, 大月 1987) と呼ばれている。青葉山段丘は細かく見ると高度の異なる4段の段丘面に分けられ、標高の高い面からそれぞれ青葉山I面 (標高約200m)、青葉山II面 (標高約180m)、青葉山III面 (標高約150m)、青葉山IV面 (標高約120m) と名付けられている (中川ほか 1961, 地学団体研究会仙台支部編 1980, 大月 1987; 図7)。青葉の森緑地及び宮城教育大付近の段丘面は青葉山III面である (図7)。青葉山III面は愛島軽石層 (板垣 1980) 及びその下位の粘土質火山灰・火山灰質粘土

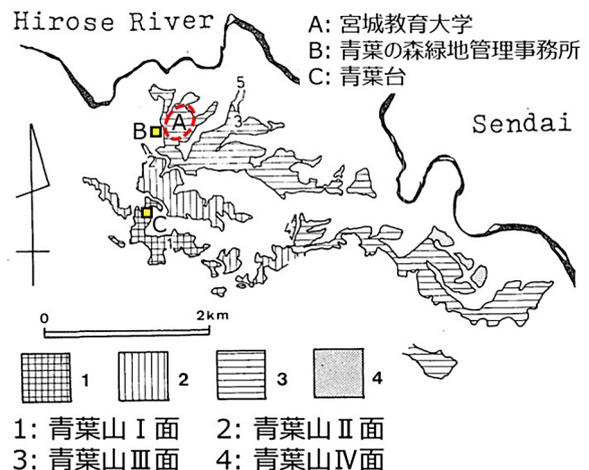


図7. 青葉山段丘の段丘面区分図 (大月1987, 第11図を編集)

に覆われるが、青葉山Ⅰ面や青葉山Ⅱ面で見られる坪沼軽石層群は見られない(大月 1987)。つまり、段丘面を被覆する火山灰の状況が青葉山Ⅰ面・Ⅱ面と青葉山Ⅲ面・Ⅳ面では異なり、このことは段丘面の形成時期(堆積が終了した時期)が両者で異なることを物語っていると考えられる。青葉の森緑地管理事務所から車の通れる砂利道を上がりアスファルトの車道へ出て、そこから青葉台へ向けて歩くと次第にやや高い場所へ移っていくことが分かる。管理事務所からアスファルト車道へ出た周辺は青葉山Ⅲ面、南へ向かって一段上がると青葉山Ⅱ面、ゴルフ練習場から青葉台は更に一段高くなり青葉山Ⅰ面である(図7)。

(2) Stop 2. 奇妙な平坦面(斜面崩壊・地すべり)

散策路を進むと円レキが転がっている小川を渡り斜面を登っていくが、散策路の右手に小谷が現れ、その小谷の斜面(溪岸)には2019年10月の台風19号の大雨で発生した表層崩壊が観察できる(図8)。

更に散策路を進むと平らな場所に出るが、その平らな地形の両側には小谷があり、小谷の奥は急な斜面になっていて、ここだけが少し奇妙に平らであるようにも見える(図9)。急な斜面に囲まれたこの平らな地形は、過去に発生した地すべりで移動した土塊の表面である可能性が高い。地すべり土塊の表面は移動に伴って土層が割れたり押されたりして凸凹していることが一般的であるが、ここでは至って平らであり、そのような形態を呈するようになったメカニズムは不明である。

観察会当日の見学サイトには含まれなかったが、宮城教育大キャンパスの北側の青葉の森緑地の敷地内には、現在も断続的に動いている「青葉山地すべり」があり、宮城県によって「地すべり防止区



図8. 2019年10月の台風19号の大雨で発生した表層崩壊

域」に指定され対策が講じられている(図10)。広瀬川を挟んだ対岸には「放山(ハナレヤマ)地すべり」もあり(地学団体研究会仙台支部編 1980)、両者をあわせて放山地すべりと呼ぶこともある(田村 1992)。放山地すべりは、1866(慶応2)年に仙台の城下町を潤していた四ツ谷用水を破壊し、明治以後も国道48号線やJR仙山線の線路を変位・変形させるなど、度々被害を及ぼしてきた(田村 1992)。

防災科学技術研究所発行の地すべり分布図(防災科学技術研究所 1987)を見ると、青葉の森緑地を含め、青葉山丘陵北縁周辺には数多くの地すべりが分布しているのが分かる(図11)。青葉山丘陵には北縁部以外でも、大年寺地すべり(八木山東部の野草園)、緑ヶ丘地すべり(八木山東南部)、佐保山地すべり(青葉台の東南)など、地すべりが少なくない(田村 1992)。山地や丘陵地は自らの重さ(重力)に耐えられなければ崩れるが、青葉山丘陵の縁辺部で発生している地すべりや様々な場所で見られる斜面崩壊は、青葉山丘陵の地形を変化させている(つまり、青葉山丘陵を壊して低平にしている)主要な地形プロセスである。

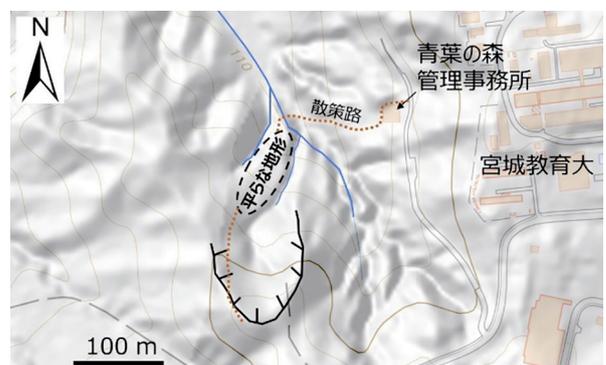


図9. (上) 青葉の森緑地内にある過去の地すべりの移動土塊の表面と考えられる平らな地形。(下) 平らな地形の位置(地理院地図を用いて作成)

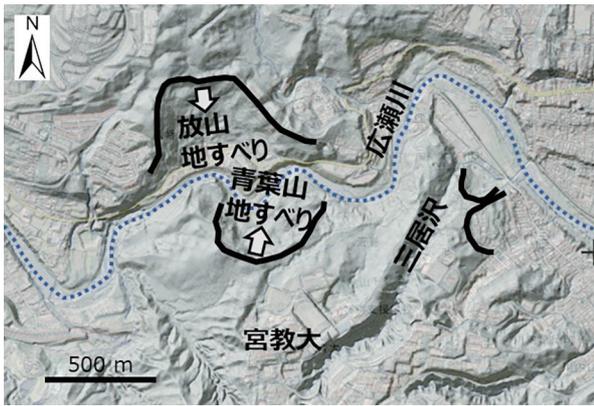


図10. (上) 青葉山地すべりと放山地すべりの地形と位置 (地理院地図を用いて作成). (下) 宮城県による「地すべり防止区域」指定の掲示

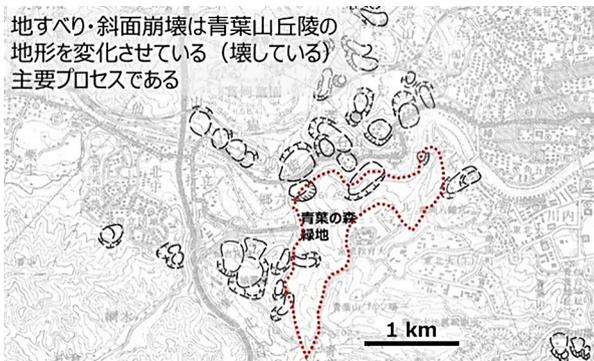


図11. 青葉山丘陵北縁周辺における地すべりの分布 (防災科学技術研究所 1987 から抜粋)

(3) Stop 3. 川の始まる場所 (斜面水文)

散策路に沿った平らな場所を過ぎて坂を上り始めしばらく行くと散策路の左側は傾斜して落ちていく斜面になる。その落ちていく先には小谷があり、急な掘り込みとなっている様子が観察できる (図12)。この掘り込みの頭 (先端) を注意深く見ると土層に穴が開いているのが分かる (図12)。これは「パイプ」と呼ばれ、土層へ浸透した雨水が斜面下方へ流れる際の通り道となっており、降雨流出において重要な役割を担っている。一般に、斜面の土層に雨水が浸透すると、水は鉛直

下方へ移動する。鉛直下方へ浸透した水が不透水性の基盤岩に至ると基盤岩の傾斜に沿って斜面下方へ移動 (流出) を始めるが、その流出量より多くの浸透水が土層上方から供給されるとそこに飽和帯 (地下水帯) が形成されはじめ、飽和帯の上面である地下水面は次第に上昇する (図13)。降雨が続くと地下水面がついには地表面に至り、そこで地表流が発生する。この地表流の発生が川の始まりである (図13)。その一方、



図12. (左) 斜面上の小谷 (掘り込み) 地形. (右) 掘り込みの頭 (先端) の状況

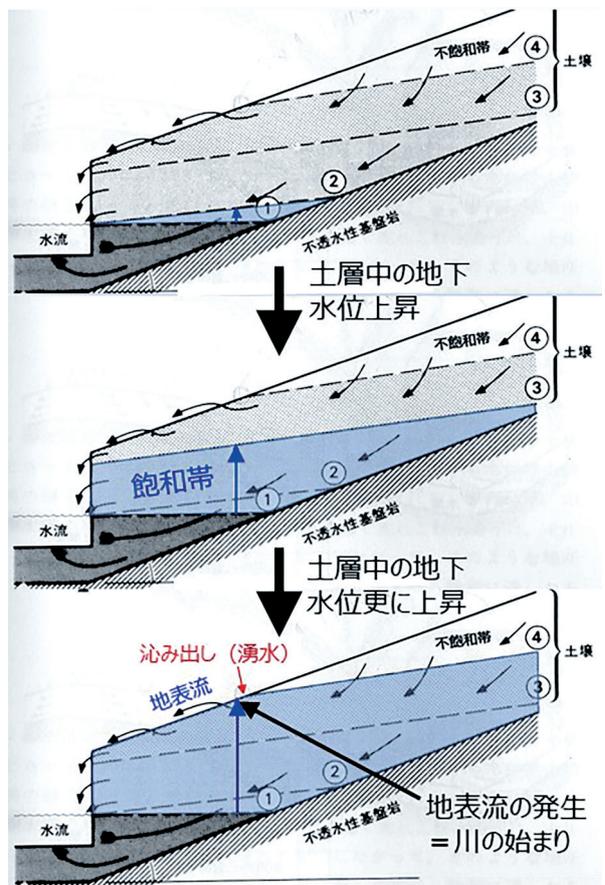


図13. 斜面土層中の飽和帯の変化と地表流の発生に関する概説図 (Knapp 1979, Fig.1.6から作成)

土層が地表面まで全て飽和すると土層内の土粒子間の空隙は全て水で満たされ、土層は重くなる。斜面の土層は常に自重（重力）により斜面下方へ落ちる力が作用しているが、落ちずにそこへ留まっているのは土層に摩擦力が作用しているためである。降雨時には土層に飽和帯が形成されて重くなるのと同時に、摩擦力も小さくなるのが知られている。その両者の力のバランスにおいて下へ落ちる力の方が大きくなった瞬間に斜面は崩壊する。Stop3で観察した斜面上の掘り込みは、そのような斜面崩壊プロセスで形成されたと考えられる（図12）。

このような斜面上の掘り込みは、多くの丘陵地斜面の谷の先端部分（「谷頭部」と呼ばれる）で観察される。谷頭部の斜面は、まな板のように平らな平面ではなく凹んだ曲面（凹地形）であることが多く、凹地形はその中心へ向けて水を集める機能を持っている（図14）。降雨時に水が集まる谷頭部の中心は土層が飽和しやすいため、水流が発生して地表面を削る、あるいは崩壊が発生して地表面を掘り込む、などのプロセスが頻繁に起こる場所である。同時に、凹地形は斜面上を移動する土粒子や土塊（その土塊には植生由来の腐植物も含まれている）もその中心へ向けて集める機能を持っている。降雨流出で削られてあるいは崩壊して形成された掘り込みには、斜面上方から移動してきた土粒子や土塊が溜まり、その場所の条件に応じて、100年、1000年、あるいは10000年といった長い時間スケールで徐々に埋められていく。そのようなプロセスで埋められ、周囲より厚い土層を持つ凹地の中央部は「谷頭凹地」と呼ばれている（田村 1974, 図14）。谷頭凹地の下端は常に侵食と埋積がせめぎあい、地形変化の最前線といえる場所であり、比較的新しい侵食・埋積の痕跡として谷頭凹地の表面が溝状に少し凹んでいて、その少し凹んだ部分の直下の土層が周囲の土層に比べて極端に柔らかいことがある。その部分を「溝状小凹地」と呼ぶ（古市 1995, 2015, 図14）。川が始まる場所である谷頭部は、地形変化が活発に起こっている場所でもある。その活発な地形変化には、土層へ浸透した雨水がどのように移動するのか、という斜面水文が強い影響を及ぼしている。梅雨の集中豪雨や夏から秋の台風で山崩れが発生して災害をもたらすこと



図14. 谷頭部の微地形
(仙台北郊の大松沢丘陵にある昭和万葉の森の例)

があるが、それは、大雨の発生（気象）→斜面土層中の水の移動（水文）→斜面土層の崩れ（地形）という図式で理解される自然のプロセスなのである。

(4) Stop 4. 化石の森大露頭（青葉山の地層）

Stop3から斜面を尾根まで上がると休憩所があり、観察会当日はここで休憩をとった。休憩所からは進路を北へ向けて尾根上の散策路を進み、しばらく行ってから左へ折れて斜面を下り、その下りきったところが青葉の森緑地の見どころの一つ、「化石の森」である。化石の森は青葉台から流れ下る溪流の谷が、郷六堰から三居沢水力発電所へ延びる水力発電用の用水路に交わる位置にあり、そこには青葉山丘陵の地盤を構成している地層群の下部が観察できる大きな露頭がある（図15）。その露頭には、新生代の鮮新世（533万年～258万年前）に堆積し、青葉山丘陵の大部分を構成する仙台東層群（下位から、亀岡層、竜の口層、向山層、及び大年寺層；地学団体研究会仙台支部編 1980, 北村ほか 1986）のうち、亀岡層と竜の口層が露出している（図16）。亀岡層は一般に砂岩・凝灰岩・シルト岩・亜炭からなる陸成層、竜の口層はシルト岩・砂岩・凝灰岩からなる海成層である（地学団体研究会仙台支部編 1980, 北村ほか 1986）。

化石の森の露頭に露出する亀岡層は、レキや炭片を多く含む凝灰質砂岩・シルト岩（図17（A））を主体とする。これらの層の上には直径20～30cmほどの円レキが密集する層が見られる（図15）。露頭の下の方の川原に転がっている円レキを見ると、溶岩が冷えて固まった黒色の火山岩（玄武岩）であることが分か

る。この玄武岩は、約800万年前の火山活動で噴出し、青葉の森緑地の西方にある西風蕃山(図1)と権現森(愛子盆地の北側)をそれぞれ中心とした地域に分布している「三滝玄武岩(三滝層)」である(地学団体研究会仙台支部編 1980, 北村ほか 1986)。玄武岩の円レキは、その三滝層分布域から川の流れて運ばれて化石の森付近へ堆積したものと考えられる。この円レキ層も恐らくは陸成層であり、上位の竜の口層は

亀岡層を整合で覆うとされるので(北村ほか 1986)、本稿では暗青灰色を呈する竜の口層の下限までを亀岡層とした(図15)。また、亀岡層と円レキ層の間には白色の凝灰岩層が見られるが、その中には573°C以上の高温で結晶化しソロバンの玉の形をした高温型石英(「両錐石英」という)が含まれる(地学団体研究会仙台支部編 1980, 宮本ほか 2013)。露頭下の川原の砂を注意深く見ると、キラキラ光るガラス状の粒子を見

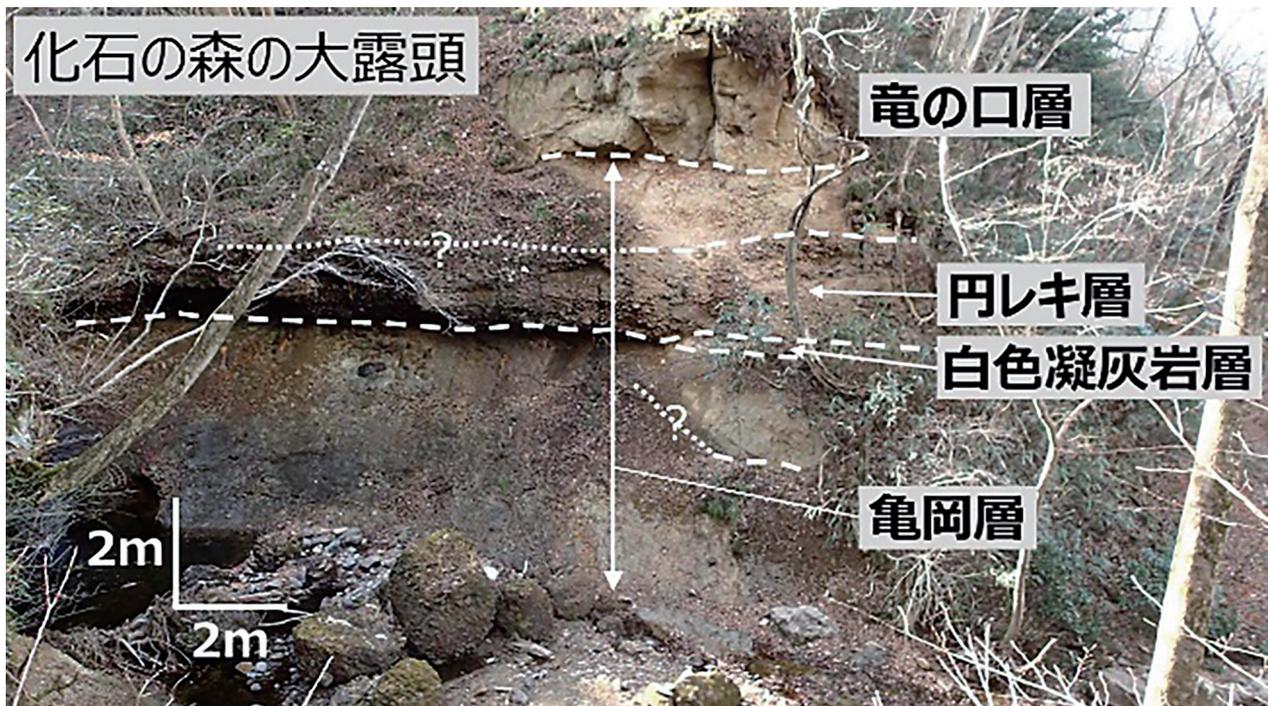


図15. 化石の森にある露頭で観察できる青葉山丘陵の地質(仙台層群下部)

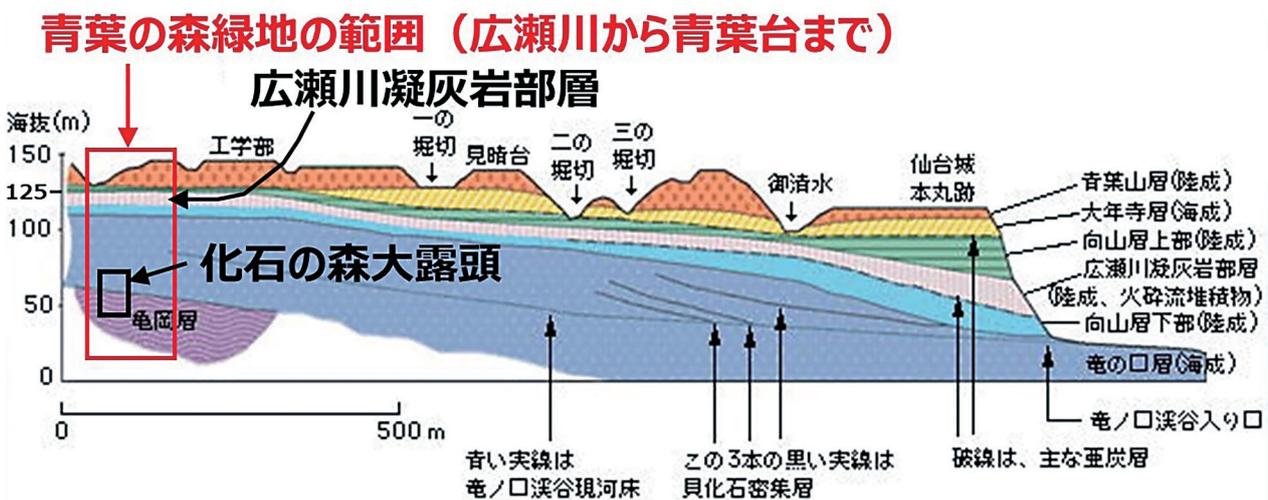


図16. 青葉山丘陵の地質断面図(東北大学植物園ホームページ(教育/普及)の原図を編集: <https://web.tohoku.ac.jp/garden/education.html#p001>). 青葉の森緑地の鉛直範囲(赤枠)と化石の森大露頭で見られる地層の範囲(黒枠)を左端に示した。

つけることができるが、その多くは高温型石英である(図17 (B)). しかし、砕けていることも多く、全てがソロバン玉の形をしている訳ではない。

化石の森では竜の口層は崖の高所に露出しているの
でその層相を直接間近に観察することは出来ない。し
かし、露頭下の川原には竜の口層と同じ色調を持つ
暗青灰色のシルト岩がいくつも転がっており、その
岩にはしばしば貝化石が含まれていることに気づく
(図17 (C)). これらは高所から崩落した竜の口層の
一部である。竜の口層に含まれる化石は暖海棲のもの
を含まず、種類が少ない割に個体数が多いことなど
から、寒流系の生態系を起源とすると考えられてい



図17. 化石の森の大露頭で観察できる地層の層相及び特徴。
(A) 炭片や石片を含む凝灰質砂岩・シルト岩(亀岡層の一部)。
(B) 露頭下の川原で見られる高温型石英。
(C) 露頭下の川原で見られる竜の口層から崩落した暗青
灰色シルト岩と貝化石。

る。また、化石の種類(樹幹や植物の葉、センダイゾ
ウなどの陸上動物、汽水性の貝、海水性の貝、イルカ、
クジラなど)の空間分布から、竜の口層の堆積域は西
が陸地で東に開いた海であったと考えられている。化
石の森がある郷六付近では、砂底に生きる貝類や、岩
礁で見られる貝類などが多く、この付近に岩礁性の環
境があったことを物語っている(地学団体研究会仙台
支部編 1980)。

(5) Stop 5. 淘汰の悪い地層(火砕流堆積物)

化石の森まで来た時と同じ散策路を通って尾根の上
の休憩所まで戻ると、西方の谷へ向けて下る道があ
る。その道を進み、谷底へ至る手前に、斜面の地層が
僅かに露出している場所がある(図3)。その地層は1
~3 cmの淡灰色軽石粒がバラバラに散らばっている
層相を呈する(図18)。例えば、実験室の水槽に、同
じ比重の素材で、異なる粒径が混ざった土砂を投げ込
むと、大きな径の粒が先に水槽の底に落ち、次第に径
の小さい粒が底に落ちていく。すなわち、径が大きい
ほど水中での沈降速度は速い(これを「ストークスの
法則」という)。火山灰と軽石が水中で堆積した場合、
両者の比重がほぼ同じであるとすれば径の大きい軽石
が下に集積し、また両者の比重が違っていても
沈降速度の差で軽石が水平に集まって堆積するはずで
ある。この地層では、軽石粒は集まっておらずバラバ
ラに散らばっている。従ってこの地層は川や海などの
水中で堆積したのではないと推察できる。このように
粒径が揃っていない状態を「淘汰が悪い」と表現する。
また、この地層をシャベルの先などで削り指にとって
感触を確かめると、川などにある砂とは少し違う感触



図18. 散策路の標高約140 m付近に分布する凝灰岩層。
向山層の広瀬川凝灰岩部層、あるいはその上位の向山層主
部(上部)であるとみられる。

がする。それはとても細粒だが鋭く尖った火山ガラスが指先に引っかかる感触である。これらの観察から、この層も火山灰と軽石が陸上で堆積した凝灰岩層であることが分かる。この凝灰岩層が露出する場所は標高約80mの化石の森よりも高い位置にあるため（標高約140m）、この地層は化石の森で見た亀岡層よりも上位層に当たるはずであり、青葉山丘陵の地質断面図（図16）を基にすれば竜の口層を覆う向山層、その中でも特に厚い凝灰岩の部層である広瀬川凝灰岩層、あるいはその上位の向山層主部（上部）の凝灰岩層であると考えられる。

広瀬川凝灰岩層は火山噴火の際に発生した火山砕屑流（火砕流）を起源とする火砕流堆積物である（北村ほか 1986）。火砕流は火山砕屑物（火山灰、軽石など）と火山ガスが混ざりあった噴煙が山麓斜面を高温・高速で駆け下る現象であり、火砕流によって山麓の谷筋や凹地は火砕流堆積物で埋め尽くされる（図19）。広瀬川凝灰岩層は約350万年前に恐らく仙台の西方



図19. 1991年のフィリピン・ピナツボ火山の噴火に伴う火砕流と火砕流堆積物で埋め尽くされた山麓の状況。
（上）Albert Garciaの画像を編集
（下）米国地質調査所（USGS）の画像を編集
（<https://volcanoes.usgs.gov/vdmap/pinatubo.html>）

（白沢付近の白沢カルデラがその噴火跡だとする説があるが、議論は続いている）で起こった噴火で発生した火砕流が仙台中心地から岩沼まで達して堆積した地層であると考えられている（地学団体研究会仙台支部編 1980, 宮本ほか 2013）。層厚は愛子盆地の上愛子で14～15m, 仙台市内で7～8m, 岩沼で約2mであり、現在の露出面積は300km²に達する（北村ほか 1986, 宮本ほか 2013）。向山層主部（上部）にも仙台市内で厚さが1m程度の凝灰岩が認められ、広瀬川凝灰岩堆積以降にも、規模は小さいが同様な火砕流噴火が起こっていたと考えられている。

これら広瀬川凝灰岩層や向山層主部（上部）は、仙台国際センターから広瀬川を大橋で渡り、そこから南方向へ歩いて花壇集落の南端の広瀬川対岸にそびえる評定河原の大露頭で観察することが出来る（地学団体研究会仙台支部編 1980, 図20）。現在の仙台は火山活動とはほぼ無縁の土地に思えるが、仙台の地盤を構成する地層には火山活動でもたらされた地層が含まれており、仙台が火山と無縁ではない土地であることが分かる。東北地方の奥羽脊梁山地には中新世後期～鮮新世に噴火したとみられるカルデラ地形が数多く認められており（伊藤ほか 1989）、それらのカルデラ噴火によって形成された火山性の地層が東北地方の各地に分布している。



図20. 広瀬川評定河原の大露頭。広瀬川凝灰岩層は竜の口層を覆う向山層の部層である。この露頭における向山層主部（上部）と大年寺層との境界の正確な位置は不明。

表1. 仙台地域の新第三系以降の地質層序(三滝層を追加)(地学団体研究会仙台支部編 1980, 北村ほか 1986, 大月 1987 を編集). 青葉山層より上位の地層は参考までに記載した.

時代		層序区分		古環境	主たる特徴
1.17万年 第四紀	完新世	沖積層		陸上	河川・海岸堆積物
		仙台下町段丘堆積物			河川堆積物
		仙台中町段丘堆積物			河川堆積物
	更新世	仙台上町段丘堆積物			河川堆積物
		愛島軽石層			火山噴出物
		台の原段丘堆積物			河川堆積物
		青葉山層			河川堆積物(段丘堆積物)
258万年	鮮新世	仙台層群	大年寺層	河口から浅海	砂岩のクロスミナ, 浅海性の貝化石
主部(上部; 八木山層)			陸上	凝灰岩多し	
				向山層	広瀬川凝灰岩
主部(下部; 北山層)		河川堆積物(上部境界に化石木)			
533万年		中新世	竜の口層	海岸から浅海	動植物化石(海岸, 岩礁, 浅海)
	亀岡層		陸上	凝灰岩含む陸成の堆積岩	
			三滝層	陸上	溶岩流が固まった玄武岩(～安山岩)

4. おわりに

観察会当日は紹介できなかったが、青葉山丘陵の地形発達に関して重要な位置を占める地殻運動(地盤の隆起運動)について、本稿のおわりに補足したい。青葉山丘陵の主体を構成する仙台層群のうち、竜の口層及び大年寺層は海成層である(表1)。竜の口層はStop 4の化石の森で観察した。大年寺層は広瀬川凝灰岩層を含む向山層の上位、Stop 1の小川に転がっていた円レキの起源である青葉山層(段丘堆積物)の下位にあたる地層である。仙台層群及び青葉山層の特徴から再現される青葉山丘陵周辺の古環境は古→新の順で次の通りである。

- 1) 陸(河川)の環境(亀岡層)
- 2) 海岸から浅海の環境(竜の口層)
- 3) 陸の環境; 激しい火山活動(向山層)
- 4) 河口から浅海の環境(大年寺層)
- 5) 陸(河川)の環境(青葉山層)

地球上の海面高度は、地球の大気温度や海水温度の変化に伴って大陸氷床の縮小/拡大や海水の膨張/収縮が起ることによって上下し、温暖期(間氷期)には海面高度は上がり、寒冷期(氷期)には下がる。仙台層群及び青葉山層が堆積した鮮新世及び更新世において地球上の水の量はほぼ一定であったと考えられている。従って、ある特定の場所における土地の標高(海面からの高さ)は、地球大気の状態(暖寒)とその地

域の地盤運動によって決まってくる。竜の口層や大年寺層が堆積した時代は、青葉山丘陵の周辺は浅い海であった。その前後の陸成層が堆積した時代との環境変化(陸なのか海なのか)は暖寒の変化による海水準変化であった可能性がある。もしそうであれば、竜の口層や大年寺層が堆積した時代は温暖期(間氷期)に当たり、海面は高かったことになる。一方で、現在もまた温暖期に当たり、竜の口層や大年寺層が堆積した時代の海面と同様なレベルにあると考えられている。

青葉山丘陵では、大年寺層が堆積した後、青葉山層の堆積を最後にして、火山灰層の堆積以外には地層の形成は起こっていない。つまり、大年寺層堆積以降は一貫して陸の環境にあったことになる。現在の青葉山丘陵の標高は宮城教育大が立地する青葉山Ⅲ面で150m～160m程度、青葉山Ⅱ面で180m程度、青葉台がある青葉山Ⅰ面で200m程度である。青葉の森緑地ではStop 5において標高約140m付近に広瀬川凝灰岩層あるいは向山層主部(上部)が分布していることが確認できたので、大年寺層はそれより高い位置にあるはずである。また、これらの地層は観察会で歩いた範囲において大きくは傾斜していないと考えられる。従って、大年寺層堆積時には浅海の環境、すなわち現在の海面高度付近(あるいはもっと低い位置)にあったと考えられる青葉山丘陵の原面は、青葉の森緑地付近において、大年寺層の堆積終了(おおよそ258

万年前)以降に少なくとも150m程度上昇(隆起)したことになる。単純化して250万年で150m隆起したとすると、その速度は0.06mm/yとなり、青葉山丘陵は250万年前から、平均すると100年で6mmずつ隆起してきたことになる。地殻変動(大きな地震)は毎年起こるのではなく恐らく数百年程度の間隔で起きてきたと考えられる。更に、地殻変動には活発な時期と平穏な時期があり、数百年周期の隆起が一貫して継続したのではなく、活発な時期に一気に隆起したのかもしれない。いずれにしても、ここに示したのは、地層に記録されている古環境とその地層の現在の位置から、その土地の地殻変動の歴史を読み解く手法の一例である。

本稿では青葉山丘陵の基盤地質、地形発達、地形変化、水文循環を概説する教育コンテンツを記録したが、それらの地形地質が動植物の生育環境を構成する重要な要素であること、すなわち地形地質と生態系とのつながりを紹介するコンテンツも観察会参加者の関心を集めるのではないかと思われる。今後の課題の一つとしたい。

謝辞

青葉の森緑地管理事務所チーフレンジャーの黒川周子氏、レンジャーの河合遥氏、鈴木俊氏、高松敬一氏には観察会の講師にお誘い頂き、その実施と事後フォローにおいても様々にご助力を頂いた。黒川氏には観察会の様子を記録した写真も提供頂いた。東北大学大学院理学研究科の大月義徳先生、宮城教育大学の西城潔先生には青葉山丘陵の地形地質について多くをご教示頂いた。大月先生には本稿原稿にも貴重なコメントを頂いた。記して感謝申し上げます。

引用文献

板垣直俊, 1980. 仙台周辺の2つの示標テフラについて(演旨). 東北地理 32, 64.
伊藤谷生・歌田実・奥山俊, 1989. 東北日本脊梁地

域に分布する中新世後期～鮮新世のカルデラ群について. 地質学論集 32, 409-429.

大月義徳, 1987. 宮城県中南部の中期更新世示標テフラ. 東北地理 39, 268-282.

北村信・石井武政・寒川旭・中川久夫, 1986. 仙台地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 134pp.

田村俊和, 1974. 谷頭部の微地形構成. 東北地理 26(4), 189-199.

田村俊和, 1992. 放山地すべりと賢淵. 東北地理学会編, 仙台エクスカージョンガイド, 48-49.

地学団体研究会仙台支部編, 1980. 新編 仙台の地学. きた出版, 178pp.

中川久夫・小川貞子・鈴木養身, 1960. 仙台付近の第四系および地形(1). 第四紀研究 1(6), 219-227.

中川久夫・相馬寛吉・石田琢二・竹内(小川)貞子, 1961. 仙台付近の第四系および地形(2). 第四紀研究 2(1), 30-39.

古市剛久, 1995. 富谷丘陵谷頭部における水路の伸張短縮を示す微地形および軟弱土層(演旨). 地形 16, 300.

古市剛久, 2015. 微地形と表層土構造から見た富谷丘陵谷頭部での多スケールの斜面崩壊による斜面発達. 地形 36(4), 231-251.

防災科学技術研究所, 1987. 5万分の1地すべり地形分布図 第5集「青森・仙台」図集 5740. 防災科学技術研究所研究資料 116号.

宮本毅・蟹澤聰史・石渡明・根本潤, 2013. 仙台の大地の成り立ちを知る. 地質学雑誌 119, 補遺, 27-46.

Knapp, B., 1979. Elements of Geographical Hydrology. George Allen & Unwin, London. (榎根勇訳 1982. 「地理的水文学の基礎」朝倉書店, 140pp.)

再生エネルギー発電設備の建設による生物多様性への影響

永幡嘉之*

Negative Impact on Biodiversity from the Construction of Renewable Energy Power Generation Facilities

Yoshiyuki NAGAHATA

要旨：近年では再生可能エネルギーへの反対意見は多くみられるが、論点が十分に整理されていない。山形県で起こった計画への反対運動および中止の事例を例に、まず直接的・間接的な影響を区別したうえで、風力発電・太陽光発電設備の建設によって想定される生物多様性への影響を検討した上で、長期的な計画に基づいたゾーニングが必要であることを述べた。また、環境教育の場での注意点についても言及した。

キーワード：太陽光発電，風力発電，生物多様性，分断，ゾーニング

はじめに

地球規模での環境問題において、太陽光発電や風力発電等の再生可能エネルギーは、温室効果ガスを抑制するために緊急性の高い課題として、歓迎されている。その一方で、その建設をめぐる全国的に多くの反対運動が展開されている。なぜ必要なのかという部分は強調され、さまざまな場面で知識が普及されているのに対し、反対運動はあくまでも個別の事例として扱われ、全国規模でその是非について考える段階にまでは至っていない。

再生可能エネルギーは、環境教育においても避けては通れない問題であるが、負の側面を封印したまま、正当性の主張だけが続けられ、政府のレベルで推進されている現在の状態は、かなりいびつである。

筆者は生物多様性の保全に取り組むなかで、再生可能エネルギーによる山林の開発が相次ぐ現状に直面し、重要地域が開発により消失することを防ぐために、対応をとりつけてきた。そのなかからひとつの例を挙げて、何が問題なのかという論点を整理したい。

1. 計画への反対運動と撤回の経過

2020年8月、山形県鶴岡市の出羽三山地域におい

て、民間の事業者による風力発電の建設計画が発表された。地域では激しい反対運動が起こり、9月になって、事業者によってこの計画の白紙撤回が発表された。

筆者はこの計画地周辺での昆虫類の調査を十数年にわたって継続していたことから、自然環境に深刻な影響が予測されることを懸念し、事業者に意見書を提出する準備を進めていたが、直前になって事業計画が撤回されたことから、提出は見送った。

ところで、この計画は古くから信仰の場として著名だった羽黒山に近接していたことから、山形県知事の「出羽三山は日本遺産にもなっており、1400年もの歴史がある。空気感が非常に大事だと思っており、(建設計画は)ちょっとありえないと思っている」(2020年8月26日、山形新聞による報道)という意見に代表されるように、反対意見の大部分は「聖域への建設はありえない」という内容で占められていた。では聖域でなければよいのかという問いに対しては、現在も答えが出ていない。大きな反対運動が起きながらも、何が問題であったのかは十分に議論されず、物事の多くが主観的な議論のなかで進行したことを指摘しておきたい。

計画されていた場所は、山形県が2018年に風力

*宮城教育大学教員キャリア研究機構協力研究員

発電の「適地」として挙げていた30ヶ所のうちの1ヶ所であった。県はその後、2020年のうちに11ヶ所を候補地から外したが、その判断基準は明確に示されていない。反対意見が主観的で論点が整理されていないために、対応するうえでの客観的な根拠を示すことができない状態を反映しているといえる。

一方で、筆者はこの計画ばかりでなく、山形県内計画される大規模な太陽光発電設備について、地域の住民から相談を受ける例がここ数年間に重なっており、現在の再生エネルギーと称される発電計画によって、自然環境の破壊が深刻に進み、長期的にみれば取り返しのつかない事態になることを強く懸念してきた。今回の風力発電の事例を参考に、ここ数年相次いでいる再生可能エネルギーによる開発の何が問題であるのかを明確にするために、以下に論点を整理しておく。

なお、再生可能エネルギーによる開発の影響は、景観あるいは歴史、それに社会的なものまで多岐にわたるが、ここでは生物多様性に限定して論じた。

計画されていた事業についての図面は、計画段階配慮書の縦覧によって一般に公開されていたとはいえ、白紙撤回されたものであるために、具体的な場所には触れず、開発計画のあった事例として触れるにとどめた。

2. 影響の整理

鳥類に関しては、風力発電の設備（プロペラ）に衝突して死亡・負傷する「バードストライク」と、開発によって生息環境が変化・減少することの2つの影響がある。コウモリ類にも同様の影響があることが明らかになっているが、筆者は十分な知識をもたないので、今回は言及しない。

その他の動植物については、開発によって表土が改変されることや、森林が分断されることの影響が考えられるが、それらはいずれも風力発電設備によって特異的に生じるものではなく、すべての開発にあてはまることである。

そのなかで、近年になって風力発電あるいは太陽光発電など、いわゆる再生可能エネルギーといわれる発電設備の計画が大きな問題となっているのは、人里を離れた場所が適地として選定されることから、これまでに大きな改変が行われてこなかった中山間地のなか

でも、特に自然度の高い地域に計画されることが急増したためである。

3. 鳥類、特に猛禽類への影響

筆者はこの分野についての経験が浅いが、仙台平野の津波跡地のオオタカに関して、公共事業への対応に当たった経験があり、今回は酒田市の長船裕紀・高橋誠 両氏から教わることで、問題の全体像を整理した。高橋氏からは、イヌワシとクマタカに関する個別の問題の他に、

①風力発電施設は稜線に沿って連続的に建設され、餌場になりうる景観が長距離にわたって連続的に存在することで、餌探索やハンティングに飛来する個体が発電施設に沿って、より遠距離まで飛行することで事故に遭うリスク

②オオタカやサシバ等の中型の猛禽類へのリスク、

③オジロワシ、オオワシ、チュウヒ等、渡りをする猛禽類へのリスク

について、ご教示をいただいた。

イヌワシとクマタカは、ともに種の保存法指定種（国内希少野生動植物種）であり、国の天然記念物にも指定されているが、イヌワシの場合、国内での生息数はすでに全国で174つがいであり（日本イヌワシ研究会 2017）、生息環境の悪化により、繁殖の成功率は10%台になっている。岩手県釜石市では、風力発電施設への衝突による死亡事故が実際に発生している。繁殖地から約18キロの地点で発生しており、狩り場に向かう途中の個体であったと推定されているが、それ以後も施設の撤去等は行われておらず、抜本的な対策はとられていない。

イヌワシやクマタカに対する対応は、一般的に日常的な飛翔範囲を避けることや、営巣場所に近接しないこと、そして営巣期間中の工事を避けることによって行われている。しかし猛禽類は寿命が長いので、もし現在の個体群が最低個体数を割り込んでいたとすれば、偶発的な事故で個体の死亡が起こるだけでも、個体群の縮小に直結する。つまり、現在の配慮を続けるだけでは、やや乱暴な表現を用いれば、「イヌワシが死ぬば死ぬほど、開発できる場所が増える」ことになる。

ここで重要なのは、生物は、個体の交流がなければ

繁殖可能な個体群を維持できないことである。風力発電設備の影響を考える際に、まず必要なことは、全国のイヌワシの個体群を50年後あるいは100年後にどの程度で維持するのか、そのためにはどれだけの面積の環境を維持もしくは復元しなければならないのか、という基本方針を決めることである。それが存在しないまま、個別に発電施設との因果関係があるかどうかを検討している現状では、問題の改善にはつながらないばかりか、イヌワシやクマタカの個体群への負荷は大きくなるのみである。

4. 環境の連続性の分断

4-1. 森林の分断による動物への影響

風力発電が計画されていた場所のうち、標高が1000メートル前後の地域には、ブナ林が広がっていた。多くは胸高直径の低いブナの二次林であるが、標高の高い場所には、ブナの極相林が大面積で広がっていた。

ブナの極相林は、これまで皆伐を受けてこなかった林であり、一般には原生林と呼ばれる。それに対して、ブナの二次林は、過去に薪や炭として利用されたことで、伐株からの萌芽更新が繰り返されてきたものである。集落に近い場所で、薪として高い頻度で伐採された場所では、植生はコナラやミズナラの二次林に変化しており、現在でもブナが優占する二次林が広がっている場所は、過去の伐採の頻度が低く炭焼きに使われたことを示している。

ブナは、山形県では優占する樹種のひとつで、現在でも一定面積は残されているが、その多くは飯豊・朝日連峰に代表される急峻な地形に残されている。しかし計画地のブナ林は地滑り地形を含む緩斜面に位置しており、平坦面が多い。標高が1000m未満の地域では、ブナ林は開発や人工林の造林によって多くが失われてきたため、まとまった面積のブナ林が存在していることは、山形県内を見渡しても特異である。

自然林が道路等の人工物によって分断されずに連続していることは、動物の移動や、動物によって行われる植物の種子散布が健全な状態であることを意味する。こうした自然林の動物群集のうち、特に極相林との結びつきが強いものとして、樹洞に生息するモモンガ、ヤマネ、フクロウ類を挙げることができる。

風力発電の計画では稜線に数本の道路が建設されるのみで、全面を伐採するわけではないが、以下のような影響が懸念される。

Uno et al. (2015) は、山形県周辺におけるツキノワグマの遺伝子解析から、個体群ごとに遺伝的分化が生じていることを明らかにするとともに、ツキノワグマの移動障壁が、標高（植生）、道路からの距離、積雪量によって生じていることを指摘した。

ツキノワグマは、日本国内で他の地域と比較すれば、山形県での個体密度が比較的高く、有害駆除の対象となることも多い。しかし、大型であることから、本来は動物群集のなかでは個体数の少ない生態系上位種であり、周囲との遺伝的交流が保たれた状態での長期的な個体群の維持を考えるうえでは、指標性が高い。上記の論文では、月山山系と朝日山系との個体群の間に遺伝的交流があることが示されており、風力発電が計画されていた地域含む月山西麓の一帯が、ツキノワグマの個体群を結ぶ移動回廊（コリドー）になっていることが示唆された。

コリドーとしての機能は、単にツキノワグマが物理的に道路を横断できるか否かという問題ではなく、その地域でどれほど健全に繁殖でき、従来の個体密度を維持できるかという点で評価しなければならない。大規模な人工構造物を避けるとともに、そこに出入りする人や車を警戒することで、行動範囲は縮小することが予想されるが、コリドーのなかにツキノワグマの密度が低い場所が点々と存在すれば、それは移動を妨げる障壁となり、コリドーの機能も低下する。

さらに、大型で移動能力が高いツキノワグマでさえ、山形県内の山塊ごとに遺伝的な分化が生じていることから、小型哺乳類にとっては、道路等の人工構造物の存在や、森林が分断され不連続になることで、個体群間の交流が、より大きく妨げられると推定される。

現状では、動物は国や都道府県のレッドリストで上位に挙げられた、絶滅が強く危惧される種の一部についてのみ、保全のための対策が検討されているが、すでに生息地が孤立しており、手遅れである場合が多い。うえに、上位掲載種についてどのように対応すべきという方針（都道府県単位の希少生物に関する条例）も、山形県には存在していない。つまり、野生生物の保全

に対しての判断基準がない状態である。

森林性の哺乳類について、遺伝的多様性も含めた状態で健全な個体群を維持するためにはどれぐらいの森林の連続性が必要であるかを検討したうえで、どの範囲の森林を分断せずに残すべきかを検討することで、開発を制限する地域を定める「ゾーニング」が必要である。

4-2. 森林の分断による植生への影響

村上・森本（2000）は、京都市内の孤立林での調査に基づき、森林面積と、そこに出現する植物の種数との間には高い正の相関関係があることを示した。また、林縁から30メートルの範囲には林縁環境に特有の植物種が出現することも、同時に示した。石田ほか（2002）は、大阪府での調査において、同様に森林面積と植物種の数との間には高い正の相関関係があることを示すと同時に、孤立が進んだ林では、種の絶滅や種の多様性の低下が時間の経過とともに進行する可能性に論及した。

これらによって、森林は、分断によって面積が縮小するほど、植物の種の多様性も減少することが示されている。

この中で、風力発電などの大規模開発を考えるうえで重要なのは、「林縁から幅30メートルが、林縁植生になる」という点である。自然度の高い森林を分断する形で道路などの人工構造物が建設された場合には、道路の両側それぞれ30メートル程度は「林内」ではなく「林縁」の植生へと変化することが予想される。これは、単に植物の種組成の変化を意味するばかりでなく、直射光が当たることによる林内の乾燥など、微環境の間接的な変化も想定される。草本植物やシダ植物など、土地への固着性が強いものについては、調査により直接的な影響を評価することも可能だが、存在の把握が難しい菌類やそれを食べる生物、湿度の高い朽木に生息する昆虫などに表れる長期的な影響については、現状では短期的な調査で変化を把握ことは困難である。

さらに、植物は種によって繁殖形態が様々であるが、雌雄異株の場合は株数が減少することによる受粉の不成立、あるいは特定の鳥類や昆虫類の絶滅による受粉

や種子散布の失敗など、繁殖が段階的に困難になることが想定される。しかし、植物は個体の寿命が長いいため、親世代の木が枯死しない限り、こうした影響を把握することは困難であり、さらに40～50年後に影響が顕在化したとしても、対応する方法がない。

現在の環境影響評価では、こうした長期的な影響を予測して回避する仕組みがないことから、植物の遺伝的多様性も含めた状態で、健全な群集を維持するためには、森林を分断せずに残すべき範囲を検討したうえで、開発を制限する地域を定める「ゾーニング」が必要である。

4-3. 湿原の分断の影響

今回風力発電が計画されていた地域の周辺には、高層湿原を伴った農業用ため池が複数存在しており、水生植物および水生昆虫で、多くの重要種が生息している。地形からみれば、本来は地滑り地形にできた湿地であったと考えられるが、農業利用が進められるなかで、過去に例外なく築堤が行われている。

このなかのひとつの湿原に生息するカラカネイトトンボ（山形県版レッドリスト絶滅危惧ⅠB類）は、高層湿原にのみ生息する北方系のイトトンボで、山形県ではこの湿原でのみ生息が確認されている（永幡，2009）。

マダラナニワトンボ（環境省レッドリスト絶滅危惧ⅠB類，県ⅠB類）は、低地の高層湿原に生息する日本固有のアカトンボである。本州の17府県に多数の生息地が知られていたが、近年になって激減しており、現存している個体群は全国で20以下になり、絶滅が強く危惧されている（尾園ほか，2012，須田，2014）。山形県には4個体群が現存している（永幡，未発表）が、それらのなかで最も規模の大きな個体群が、今回の計画地の付近に存在しており（水野，2005および永幡，未発表）、3つ湿原が生息地のネットワークを維持していると考えられる状態で存在している。

この種は羽化してから周辺の樹林に移動して、1ヶ月以上性成熟を待つことや、湿原のなかでも開水面から50cm以内で、草丈が20cm以下の部分にのみ産卵することなど、特殊な習性をもつため、わずかな環境の変化によっても絶滅する。実際に、山形県内では過去

に存在していた生息地の50%にあたる4個体群がすでに絶滅しているが、いずれの場所でも池あるいは湿地は残っており、水質の変化や、周辺の開発に伴う微環境の変化が原因であったと考えられる(永幡, 未発表)。

計画地周辺で影響が懸念された湿原の動植物には、これら2種のトンボの他に、エゾゲンゴロウモドキ(国Ⅱ類, 県Ⅱ類), カワホネネクイハムシ(県Ⅱ類), アマゴイルリトンボ(県準絶滅危惧), オゼコウホネとコウホネの雑種(オゼコウホネは県ⅠA類, それに準じて扱われるべきもの), ヒメカイウ(県Ⅱ類), アイヅスゲ(県Ⅱ類), フサタヌキモ(県ⅠA類), オグラノフサモ(県ⅠA類)などがある(永幡, 未発表および沢和浩, 私信)

こうした湿原の植物や昆虫は、湿原間を渡り歩くことで、新たに遷移が進んで出現した湿原を渡り歩いて分布を維持しており、湿原ひとつを保全したとしても、いずれ植生の遷移が進むことによって絶滅する。植物でも、水鳥による種子分散などによって新たな湿原への渡り歩きは生じている。

なお、山形県内に存在する高層湿原の大部分では、過去20年間で、ヨシの過剰な繁茂による湿原の消失などの急速な遷移の進行が見られる。今回の計画地周辺の湿原の大部分には、周囲に既存の道路が存在するが、夏季には路面の高温によって周辺に乾燥が生じること、冬季の凍結防止剤の散布によって水系に塩類が流入すること、それに洪水時には土砂が流出する経路になることや、道路の存在によって集水域の水の流れが変化することなど、道路の開通と湿原の植生変化との間には、何らかの因果関係が存在する可能性がある。高層湿原は少なくとも数百年の時間を経て形成されたものであり、いちど破壊されると、景観レベルで類似のものを作ることはできても、生態系まで復元することはできない。そのうえ、個々に自然環境の異なる湿原が組み合わさることで、より大きな生物の多様性を作り出しており、湿原の動植物の群集の存続をはかるためには、相互の湿原間の植生の連続性も考慮したうえで、開発を制限する地域を予め定める「ゾーニング」が必要である。

5. 離れた場所への間接的影響

5-1. 吹付種子による河川への影響

直接的な土地改変ではなく、間接的影響として予測される事例を、以下に2つ挙げる。

ひとつは、河川氾濫原の動植物への影響である。今回風力発電の事業が計画されていた地域の下方には、河川に沿って礫の広がる氾濫原が形成されている。カワラハハコやツルヨシがまばらに生える礫原には、ヒゲナガヒナバッタ(山形県版レッドリスト準絶滅危惧)とカワラバッタ(県Ⅱ類)という2種のバッタが生息しており、永幡, 2005, 2009), これらは河川氾濫原の礫地に固有である。

山岳地で道路が新規に開発される際には、道路の法面に、崩落あるいは土壌の流出を防止するために植物の種子を吹き付けるか、もしくは種子の含まれた防護シートが張られることが一般的に行われるが、吹付の種子には外来種、特にシナダレスズメガヤが多用される。その種子が増水時に河川を流下することで、吹付に多用される外来種が、河川氾濫原の植生を変化させることが、各地で生じている。一例として、栃木県鬼怒川水系ではカワラノギクの生育地でシナダレスズメガヤの繁茂が顕著に生じており、礫地が消失することで、礫地に固有の昆虫や植物が激減しているため、シナダレスズメガヤの抜き取りが実施されている(加藤, 2011)。他県では十分に調査されていないが、山形県内の河川においてもシナダレスズメガヤの繁茂は広く認められることから、同様の現象は進行していると考えられる(永幡, 未発表)。

カワラバッタは山形県内において、山形市馬見ヶ崎川、天童市立谷川、上市市宮川ではすでに絶滅した(永幡, 2005および未発表)。絶滅の要因は、上記の外来種の繁茂のほか、砂防堰堤の発達による土砂の供給の減少など複合的であるため、個々の開発事業との因果関係は明らかではないものの、絶滅は実際に生じていることから、リスクの回避は進める必要がある。

5-2. 水系をまたいだ外来種の拡散のリスク

池などの止水環境では、外来種の拡散によって、在来の生態系が壊滅する例が進行している。秋田県南部では、風力発電設備の建設によって大規模な道路が建

設され、排水のための側溝が整備されたことで、侵略的外来種であるアメリカザリガニの大規模な拡散が生じ、種の保存法指定種であるマルコガタノゲンゴロウが、3ヶ所において絶滅した事例がある（永幡・西原、未発表）。この例では、3ヶ所の池は近接していたが、異なる水系に位置しており、本来は尾根を隔てていたために、水生生物の移動は生じにくい位置関係にあった。しかし、尾根に側溝を伴う道路が建設され、そこからの排水をそれぞれの池に流す構造がとられたことで、生物の移動経路が出現し、起こりえなかった生物の移動が発生したものである。

こうした現象は予測が困難な一方で、発生してしまった際には対応が不可能であり、改善する方法はない。したがって、未然に防止するためには、大規模な土地の改変を回避すべき場所をあらかじめ決めておくゾーニングの議論から始める必要がある。

6. 土地利用と生物多様性

6-1. 土地利用の不可逆性

ここまで各分野で予想される影響を挙げてきたが、いずれの切り口から検討しても、最終的な問題は、自然環境のなかでどの部分には手をつけずに残すべきかというゾーニングの議論に行き着く。ここでは、実際に長期的な保全計画を検討するために必要な事項を整理しておく。

土地利用は、「表土を重機で改変したかどうか」によって、その土地に固有の在来の生態系（動物・植物群集）が維持された自然環境と、維持されていない人工環境とに区分される（永幡、2016）。例を挙げれば、明治時代以前に人の手によって開墾された田畑の畦は、半自然草原として多くの植物の生育地となっており、里山の生物多様性として評価されてきたが、近年盛んに行われる農地の基盤整備で、重機によって改変された畦は、外来種主体の草原となる。また、人力で植栽されたスギの人工林には下草や埋土種子が一定数残っており、伐採後に広葉樹の二次林へと戻るが、表土を重機で造成した牧草地は外来種の草原になっており、放置されても本来の植生は回復しない。

これを、より普遍的な言葉に置き換えれば、自然環境とは「土地利用が可逆的なもの」、人工環境とは「土

地利用が不可逆的なもの」と区分することができる。

風力発電設備の建設は、基礎工事や取り付け道路の設置によって大きな土地の形状変更が行われることや、基礎工事によって土壌が著しく固められることなどから、「不可逆的な土地利用」である。すなわち人工環境であり、将来的に自然環境に還元できる可能性はない。

里山という言葉が、人と自然環境とが共存してきたという意味で使われることが多いが、近年では里山でも重機による不可逆的な土地利用が主流になっており、動植物との共存関係が絶たれて生物多様性が失われているため、まずは前提として、土地利用の可逆的かどうかを整理する必要がある。

6-2. スギ等の人工林の位置づけ

計画地の森林の多くを、スギの人工林が占めている。スギの人工林化は1950年代から1990年代まで続いた拡大造林政策によって進められたもので、それ以前には、薪炭林としての落葉広葉樹林が広がっていた。

スギの人工林化によって生物多様性が低下した事例として、ギフチョウに関する報文がある（白畑、1973）。ギフチョウは落葉広葉樹林に生息し、コシノカンアオイを食草とするチョウで、庄内地方には本来は普遍的に分布するとともに、個体数も多かった。今回の計画地の周辺にも1950年代までは多数のギフチョウが生息していたが、スギの造林によって発生できなくなり、1970年代には個体数が激減した。

しかし、スギ林は人工環境であっても重機による表土の改変は行われていないため、林床植生は断片的に残存しており、土壌には埋土種子も残っている。具体的には、ギフチョウの食草であるコシノカンアオイはスギの造林地であっても小さくなった株が存在しており、伐採後には食草として再び機能する。また、盗掘リスクから場所の特定は避けるが、今回の風力発電の計画地周辺のスギ人工林には、ヒトツボクロ（山形県版レッドリスト絶滅危惧ⅠA類）、クマガイソウ（県絶滅危惧ⅠB類）、エビネ（県ⅠB類）、ヒメフタバラン（県ⅠB類）の個体群が存在していた（沢、私信）。

つまり、スギの人工林では自然植生は大きく失われているものの、可逆的な土地利用であり、将来的に本来の自然環境（広葉樹を主体とした自然林）に還元す

ることが可能である。さらに、スギ林は人工林であっても、景観レベルでは森林であるため、周囲に広葉樹林が残っている場合には、生物の移動経路（回廊）としての機能を果たす。

スギ林は人工林であるために自然度が低く、開発しても支障がないと見なされることが多いが、自然環境の再生が可能な土地利用であることから、不可逆的な土地利用である大規模開発によってその再生力を消失させることを、可能な限り回避すべきである。

7. 太陽光発電設備における問題点

太陽光発電については、直接的影響として、カゲロウ類やカワゲラ類などの水生昆虫が反射を水面と認識して飛来あるいは産卵することが挙げられる。その走行性が、水よりもパネルのほうが高いという論文がハンガリーで出されている (Horváth et al., 2010)。光る鏡面を水と認識して飛来することは、ゲンゴロウやガムシなどの水生甲虫類、タガメやコオイムシなどの水生カメムシ類、そしてトンボ類でも観察しており、同様の影響は水生昆虫全般に生じることが予想される。その他の懸念される事項は、基本的に本稿で述べた風力発電に関するものと同じであるが、森林の表土を剥いて改変する面積が風力発電よりもはるかに大きいことから、土地利用が不可逆になる面積や、森林の分断の影響は、より規模が大きくなる。

8. 環境アセスメントに関する問題点

ひとつの計画を巡っても、これだけの懸念がみられたが、これは今回の事例にかぎったことではなく、東北地方の中間山間地域であれば普遍性のあるものである。生態系というものはすべての場所に存在するため、すべての場所で、同様の懸念は起こり得る。その一方で、筆者はすべての開発行為を一様に否定するものではなく、一貫して、大きな次元でのゾーニングが必要だということを述べてきた。

この項では、環境アセスメントの仕組みに関する問題点についてまとめておきたい。

環境アセスメントとは、環境に大きな影響を与える大規模な事業の際に、それを実施する事業者が、自ら環境への影響を調査・予測・評価し、それに基づいて環

境への影響に配慮していく手続きである。この制度の限界のなかで最も重要な点は、環境保全措置が「事業者が実行可能な範囲内で実施した措置によって、環境への影響ができる限り回避、低減されているか」という点で評価されることで、あくまで事業者の自主的な対策しか求めることができない。たとえ自然環境への重大な影響が生じて、事業者ができる範囲での対策を行っていても、他の法律等に抵触しない限り、事業の大幅な見直しや中止はできない（日本チョウ類保全協会事務局, 2020）。

現在では、事業者が実施するアセスメント調査を民間のコンサルタント会社が行っているが、出現時期や生息環境が特殊な昆虫類などは、重要種であったとしても、見落とされれば「いない」ことになる。客観性を担保するために最も必要なことは、外部の個人もしくは団体が、独自データを所持していることである。現在では、第三者による客観情報はほとんどの場合、民間の個人によって得られたもので、長年にわたって調べてきた調査の蓄積をもとに声を上げている一方で、公的な機関は関わっていない。長く継続した自然史情報の調査は、大学や博物館、行政の研究機関が現実的には「手を出せない部分」になっており、そこにどのようにかわるのかという課題が横たわる。

9. ゾーニングという言葉の使い方

ここまで、長期的な視点でのゾーニングの議論の必要性を指摘してきた。

ゾーニングとは、広辞苑第七版（2018）によれば「都市計画において、いくつかの地域を区分し、それぞれの地域で用途・建築形態等を制限すること」とある。筆者もまた、「生物多様性の持続のために、都道府県あるいは市町村の単位で長期的な土地利用の計画を立て、開発が制限される地域を先に定めること、もしくは現状では無制限に行われている開発を、特定の地域に集約すること」という意味で使っている。

ところで、環境省は近年になって、「風力発電に係る地方公共団体によるゾーニングマニュアル」を公開しているが（2018）、本文ではゾーニングという言葉が、個別の事業計画を進めるにあたって、合意形成をより円滑に進めるための努力目標に置き換えられてお

り、都市計画における本来の言葉の意味では使われていない。

風力発電や太陽光発電の計画は事業者が進めるものになっており、今後10年間あるいは20年間のうちにどれだけの発電施設が建設されるのか、逆に自然林の減少や分断がどれだけ進むのかという全体像を、把握している機関は公的機関・民間機関を通じて存在しない。人口密度が低く、資源量が事実上の無尽蔵であった時代（日本でいえば、高度経済成長期以前の1950年以前）には、こうした自由競争も成り立っていたが、自然環境の減少が著しく、動植物でも複数の絶滅種が出ている状態が半世紀以上続き、生物多様性の保全が社会的課題であることが国の方針として確認されている現在でもなお、長期計画が存在しないまま、開発行為が自由競争に任せられている状態では、健全な社会とはいえない。

日本においては、実質的なゾーニングの動きとして、太陽光発電設備の大規模開発に対応するための条例が、全国の地方自治体で制定されたことが挙げられる。これらの多くは住民からの強い要望が、自治体あるいは議会を動かすことによって実現したものだが、目的が山林を守ることにありながら、私権の制限に配慮したために、いずれも太陽光発電に限定されたものになっている。つまり、別の発電の仕組みが登場して土地が同じように改変される場合には、効力をもたなくなる危険性がある。

長期的にみれば、民有地をどのように扱うかという根本的な問題を議論したうえで、市町村による「里山保全条例」のような形で、開発を制限する条例が日本でも制定されてゆくと考えられるが、それまでの期間に進む無計画な開発への対応を、民間の反対運動に任せるのではなく、長期計画を示して主体的に対応する役割を、国や県が果たすべきであることは言うまでもない。

おわりに

筆者は本稿のなかで、生物多様性の長期的存続という観点から、懸念される事項を示してきた。

冒頭では2000年8月の風力発電への反対運動について、「物事の多くが主観的な議論のなかで進化した」、

つまり感情論が先行したと書いたが、現実的には論理的な協議を展開しても、有識者委員会が開かれたうえで、開発の計画の一部に配慮が盛り込まれることが慣例になっており、計画自体を制限することは不可能である。現状では世論という形で反対を示すことが、事実上、重要な地域での開発行為を制限する唯一の方法になっていることは筆者も熟知しており、明確な意志のもとで今回の反対運動を展開された各位に対して、心からの敬意を表するものである。そのうえで、論点を明確にしながらかんじて議論できる社会の仕組みづくりのために、本論を草したものである。

さらに、環境教育分野での課題も指摘しておきたい。本来であれば、再生可能エネルギーの発電設備の建設によって得られる効果と、森林等の改変によって失われるものとを比較するなかで、長期的にどちらを選択すべきかという本質的なことが議論されるべきであるが、現在では効果のみが強調されて推進されており、失われるものが全く議論に上がっていない。実態としては、推進する立場での「広告・宣伝」にすり替わっていることに、多くの関係者が気づき、是正してゆく必要がある。

執筆にあたり、多くの議論を重ねて種々のご教示をいただいた、長船裕紀（鳥類研究家）、高橋誠（イヌワシの森倶楽部）、沢和浩（フロラ山形）、鶴野レイナ（哺乳類研究家）、廣瀬俊介（景観デザイナー）、佐久間憲生（出羽三山の自然を守る会）、長南厚（同）、菊池俊一（山形大学農学部）、溝田浩二（宮城教育大学）の各氏に、心からの御礼を申し上げる。

参考文献

- 石田弘明・服部保・武田義明・小館誓治, 2002. 大阪府千里丘陵一帯に残存する孤立二次林の樹林面積と種多様性, 種組成の関係. 植生学会誌 19 (2) : 83 - 94.
- Uno, R., Doko, T., Ohnishi, N. and Tamate, H. 2015. Population Genetic Structure of the Asian Black Bear (*Ursus thibetanus*) within and Across Management Units in Northern Japan. Mammal Study 40(4):231-244.
- 尾園暁ほか, 2012. ネイチャーガイド日本のトンボ.

- 文一総合出版, 東京.
- 加藤啓三, 2011. 保全活動レポート. チョウの舞う自然 (13) : 12.
- 環境省, 2018. 風力発電に係る地方公共団体によるゾーニングマニュアル (第1版).
- 村上健太郎・森本幸裕, 2000. 京都市内孤立林における木本植物の種多様性とその保全に関する景観生態学的研究. 日本緑化工学会誌 (25) : 345-350.
- 白畑孝太郎, 1973. 山形県立川町におけるギフチョウ属のスギ造林に因る衰退. 山形県立博物館研究報告 (1) : 18-23.
- 須田真一, 2014. マダラナニワトンボ. レッドデータブック2014, 環境省.
- 永幡嘉之, 2005. 山形県におけるカワラバッタの採集記録. 出羽のむし (2) : 159.
- 永幡嘉之, 2005. 宮生村のアカハネバッタのことなど. 出羽のむし (2) : 162.
- 永幡嘉之, 2009. 山形県におけるヒゲナガヒナバッタの採集記録. 月刊むし (466) : 11-12.
- 永幡嘉之, 2009. 山形県のトンボをめぐる最近の知見. 月刊むし (465) : 34-36.
- 永幡嘉之, 2016. 復旧事業は生態系をどう変えたか. ブルーバックスウェブ版 (連載5回目), 講談社, 東京.
- 永幡嘉之, 2020. 大石田町のメガソーラー発電計画, その後. チョウの舞う自然 (30) : 20-23.
- 新村出編, 2018. 広辞苑第7版. 岩波書店, 東京.
- 日本イヌワシ研究会, 2017. 全国イヌワシ生息数・繁殖成功率調査報告 (1981-2015). *Aquila chrysaetos* (26) : 1-16.
- 日本チョウ類保全協会事務局, 2020. 環境アセスメントとその手続き. チョウの舞う自然 (30) : 23.
- Horváth, G., Blahó, M., Egri, A., Kriska, G., Seres, I. and Robertson, B. 2010. Reducing the Maladaptive Attractiveness of Solar Panels to Polarotactic Insects. *Conservation Biology* 24(6), 1644-1653.
- 水野重紀, 2005. マダラナニワトンボの記録. 鶴岡自然調査会会誌 (8) : 4.

宮城県沿岸で採集されたエダクダクラゲ類の特徴

菊地 充*・斉藤千映美**・出口竜作***

Characteristics of *Proboscidactyla* Collected from the Coast of Miyagi Prefecture, Japan

Mitsuru KIKUCHI, Chiemi SAITO and Ryusaku DEGUCHI

要旨：2020年の夏から2021年の冬にかけて、宮城県沿岸の数箇所でクラゲ類の採集調査をしたところ、気仙沼、志津川、江島（女川町）において、エダクダクラゲとミサキコモチエダクダクラゲが同所的かつ同時期に出現していることが確認された。形態などを比較した結果、特にエダクダクラゲには地域ごとに変異が起きている可能性が示唆された。また、エダクダクラゲ類をはじめとしたクラゲを用いた環境教育の可能性についても考察した。

キーワード：エダクダクラゲ、ミサキコモチエダクダクラゲ、エラコ、ヒドロ虫、刺胞動物

はじめに

刺胞動物門に属するクラゲのほとんどの種は、浮遊生活をするクラゲ世代と固着生活をするポリプ世代を持つ。ポリプ世代はある特定の条件によってクラゲ芽を形成し、クラゲとして遊離する。その後、クラゲは成長・成熟し、有性生殖に至る。そして、受精卵がプラヌラ幼生へと発生し、最終的にポリプへと変態するというライフサイクルを送る。

一般に、クラゲは動物プランクトンなどの餌を触手にある刺胞を用いて捕らえ、傘中央にある口から取り込み、胃腔内へと運ぶ。その後、胃腔内である程度消化したものを放射管と呼ばれる管を通して傘の縁まで運ぶ。これらの消化物は、さらに触手まで運搬される(久保田, 2000)。

エダクダクラゲ (*Proboscidactyla flavicirrata*) は、北海道 (Uchida and Okuda, 1941) や岩手県 (三宅・Lindsay, 2013)、宮城県 (峰水ほか, 2015) などの東北地方以北で生息が確認されている。ポリプから遊離直後のクラゲの放射管 (以下、初期放射管) は4~6本と個体差がある。また、クラゲが成長するにつれて、放射管が枝状に分岐していき、その先端に触手が形成されるため、触手数は最大で100本程

度にまで達するとされる。クラゲが成熟すると卵または精子を放出し、受精卵はプラヌラ幼生となって海水中を遊泳するが、環形動物多毛類のケヤリムシの仲間が形成する棲管上でしかポリプへと変態できない。国内では、エダクダクラゲのポリプはエラコ (*Pseudopotamilla ocellata*) の棲管上に特異的に共生していることが知られ、その形態からニンギョウヒドラと呼ばれている (山田, 1994)。

同属の種であるミサキコモチエダクダクラゲ (*P. ornata*) も、国内で広く出現が確認されている。しかし、その報告は、神奈川県 (崎山・足立, 2001; 足立ほか, 2003) や兵庫県、和歌山県、鹿児島県 (峰水ほか, 2015) など、南日本に限られていて、宮城県沿岸での生息報告は見られない。エダクダクラゲと形態的に似ている点はあるものの、いくつかの異なる特徴を持つ。例えば、クラゲの初期放射管は4本の個体のみであり、分岐の回数も少なく、触手数は最大でも16本程度にしか達しない。また、和名の由来になっているように、クラゲ世代においてもクラゲ芽を形成して無性生殖をする。さらに、クラゲの口付近に強い緑色の蛍光を持つ点も、エダクダクラゲとは大きく異なる。なお、ミサキコモチエダクダクラゲのポリプが国内で

* 宮城教育大学大学院 理科教育専修, ** 宮城教育大学 教員キャリア研究機構 環境教育・情報システム研究領域, *** 宮城教育大学 理科教育講座

どのような生物と共生しているかは今のところわかっていない。

本稿では、宮城県内で採集されたエダクダクラゲ類の特徴について報告するとともに、これらのクラゲを地域の環境教育に活用する方策について考察する。

採集

2020年8月から2021年1月にかけて宮城県沿岸でクラゲの採集調査を行ったところ、以下の4地域でエダクダクラゲ類を採集することができた(図1)。

- 気仙沼市南町海岸・気仙沼漁港
- 南三陸町志津川漁港・袖浜漁港・林漁港
- 女川町江島
- 塩竈市浦戸寒風沢島

クラゲの採集には、直径30 cm程度の園芸用の

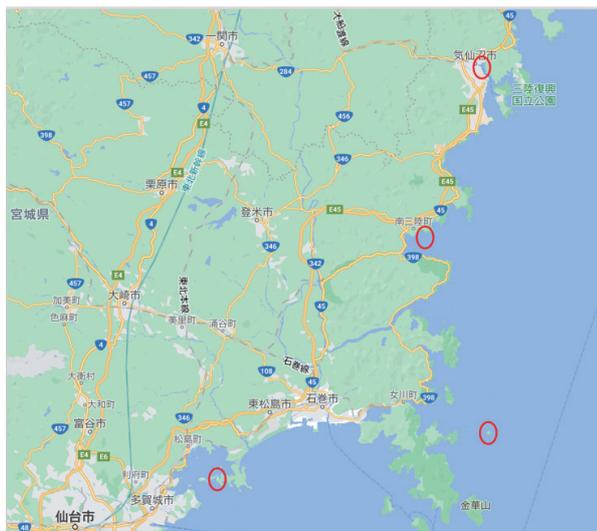


図1. 宮城県沿岸における採集調査の位置
Google Map より引用。○で示した地域で採集を行った。

カゴに網戸用のネットをつけたクラゲ捕獲用ネット(出口・伊藤, 2005)を使用した。ネットを陸から海に向かって投げ、およそ2 m以上沈ませてから引くことで、海中に浮遊しているクラゲを網に引っかけた。その後、あらかじめ汲んでおいた海水に網をつけてクラゲを回収した。この作業を数時間繰り返した上で、採集されたクラゲを容器に入れて持ち帰った。

気仙沼では、エダクダクラゲとミサキコモチエダクダクラゲの両方を数個体ずつ、9月末に採集することができた。ミサキコモチエダクダクラゲはいずれも成熟し、卵巣または精巣を形成している個体であったが、エダクダクラゲは成熟していなかった。志津川では、エダクダクラゲの出現を9月から12月にかけて確認することができた。ピークとなる10月には短時間のうちに数百個体が採集され、その多くが成熟個体(図2A)であったが、遊離から時間が経っていないと思われる未成熟個体も見られた。12月には未成熟個体のごくわずかに採集されたものの、翌年の1月には採集個体数はゼロになった。志津川のミサキコモチエダクダクラゲについては、8月上旬と下旬に成熟個体がそれぞれ数個体ずつ確認できたほか、10月下旬に小型でクラゲ芽を形成した無性生殖中の個体が1個体だけ採集された。江島においては、11月上旬と下旬にエダクダクラゲとミサキコモチエダクダクラゲの両方が合わせて十数個体ずつ採集できた。エダクダクラゲは成熟していたのに対し(図2B)、ミサキコモチエダクダクラゲは無性生殖中の個体であった(図2C)。12月下旬になると江島ではエダクダクラゲ類を確認することができなくなった。寒風沢島では、9月にミサキ

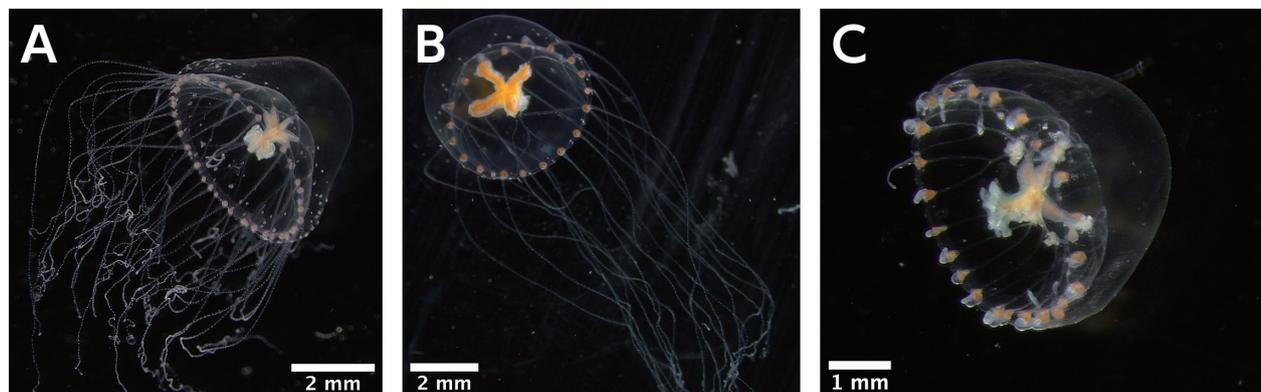


図2. 志津川のエダクダクラゲ(A), 江島のエダクダクラゲ(B), 江島のミサキコモチエダクダクラゲ(C)

コモチエダクダクラゲを数個体、いずれも成熟個体を採集することができた。

各地域の個体の比較

各地域で採集された個体には一部の形態に差異が見られたため、初期放射管数や最大触手数、配偶子放出のタイミング、卵径について比較を行った。

形態の比較観察には実体顕微鏡 (M165C, Leica) に接続したデジタルカメラ (FLEXACAM C1, Leica) を使用した。ただし、卵径を調べる際には正立顕微鏡 (ECLIPSE 80i, Nikon) に Digital Sight-5M-L1 (Nikon) を接続して卵を撮影した。

・初期放射管数

エダクダクラゲやミサキコモチエダクダクラゲでは、個体の成長とともに初期放射管に沿って胃腔が拡大し、その周囲に卵巣や精巣が発達するようになる (図3)。

各地域の個体の初期放射管数を調べて、割合を算出した結果を図4に示す。志津川のエダクダクラゲにおいては、4, 5, 6本がそれぞれ1/3程度であることが確認できた。これに対し、江島では全ての個体が4本の初期放射管しか持っていなかった。ミサキコモチエダクダクラゲの初期放射管は、気仙沼、志津川、寒風沢島の個体では全て4本であったが、江島では7%の個体 (2個体) が5本を有していた。

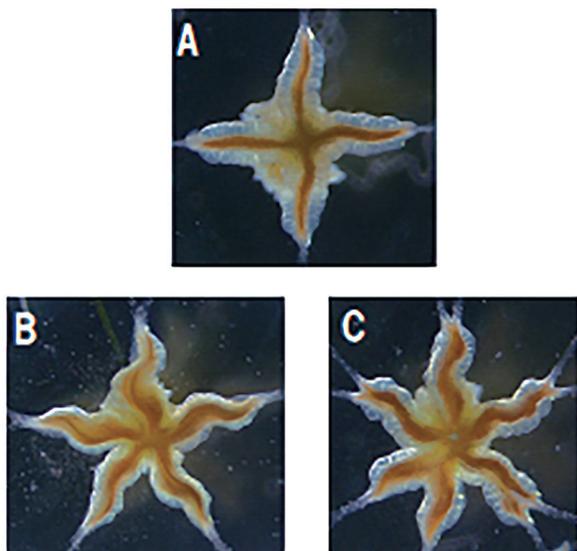


図3. エダクダクラゲの初期放射管
4本 (A), 5本 (B), 6本 (C)

・最大触手数

志津川と江島で11月に採集された個体を用い、触手数が最大のものを調べた。その結果、採集直後の個体の最大触手数は、志津川のエダクダクラゲでは75本、江島のエダクダクラゲでは20本、江島のミサキコモチエダクダクラゲでは21本であった。

孵化から1~2日後の *Artemia* のノープリウス幼生を与えて飼育したところ、触手数をさらに増加させることができた。これまでに、志津川のエダクダクラゲでは86本、江島のエダクダクラゲでは45本に達する個体が見られている。また、志津川のミサキコモチエダクダクラゲでは36本にまで増加している。

・配偶子放出のタイミング

刺胞動物門に属する多くのクラゲは、明から暗 (暗刺激) または暗から明 (明刺激) の光刺激に応答して配偶子を放出することが知られている (Ballard, 1942; Miller, 1979)。そこで、志津川と江島で採集された両種の成熟個体に対し、20~23時間の明または暗の後、30分以上の暗または明の光刺激を与えることにより、配偶子放出を誘起した。その結果、志津川のミサキコモチエダクダクラゲ、江島のエダクダクラゲ、江島のミサキコモチエダクダクラゲは、明刺激に反応して配偶子を放出した。一方、志津川のエダクダクラゲは暗刺激後に配偶子を放出する傾向にあったが、光周期とは無関係なタイミングで配偶子放出に至る場合もあった。

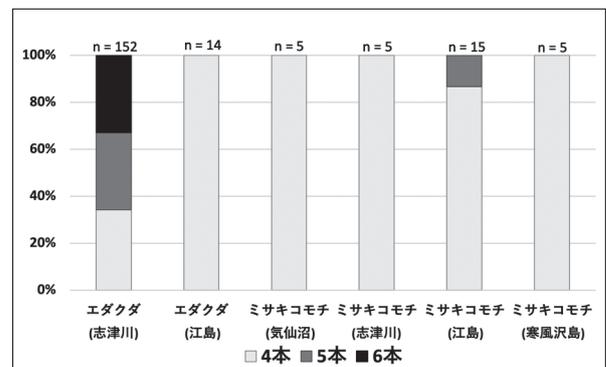


図4. 各地域の個体における初期放射管数
調べたクラゲの個体数をグラフの上部に示す。

・卵径

次に、光刺激によって放出された卵の直径（卵径）を比較した。卵の撮影時と同じ倍率でマイクロルーラーも撮影し、オープンソースの画像処理ソフトウェアである Image J を用いて卵径を算出した結果を図5に示す。志津川と江島のどちらにおいても、エダクダクラゲの方がミサキコモチエダクダクラゲよりも卵径は大きかった。また、エダクダクラゲの卵は不透明であったのに対し、ミサキコモチエダクダクラゲの卵は比較的透明であった（図6）。

宮城県沿岸のエダクダクラゲ類の特徴

本研究では、宮城県沿岸でエダクダクラゲに加えてミサキコモチエダクダクラゲを確認できた。本来は異なる地域に生息するとされる2種を同所的かつ同時期に採集できたことになる。志津川のエダクダクラゲは、岡田（1988）や峰水ほか（2015）などに示されている形態的特徴と一致し、初期放射管が4、5、6本の個体がそれぞれ同数ずつ採集されたのに対し、江島のエダクダクラゲでは初期放射管が4本以外の個体は発見できなかった。さらに、最大触手数についても、同じ

時期に採集したにも関わらず、差が見られた。また、卵のサイズや外観に関しては大きな違いが見られなかったものの、配偶子を放出させる光刺激が異なっていた。これらの差異の原因として、両者に地理的な隔離が起きていることもあり得るだろう。仙台管区気象台（2019）によれば、宮城県沖の海水温は黒潮の影響を受ける。また、国立研究開発法人水産研究・教育機構の掲載データによると、江島では宮城県沿岸部のほかの地域に比べて高い海水温が記録されている。江島においては、他地域と異なる環境の中で、種内変異が進行している可能性が考えられる。

ミサキコモチエダクダクラゲでは、採集できた気仙沼、志津川、寒風沢島において初期放射管が4本の個体のみを確認することができ、過去の報告と一致した。一方、江島には初期放射管が5本の個体もわずかながら存在した。また、江島の採集個体の最大触手数は21本であり、飼育下においては志津川の個体の触手数が36本にまで達した。これらの特徴は過去の報告（16本程度）とは大きく異なっている。日本の南北で種内間の形質が異なるクラゲの例としてベニクラゲ（*Turritopsis* sp.）が知られており、北日本型のラージタイプ、南日本型のスモールタイプの2タイプに分けられている（Kubota, 2005; Miglietta et al., 2006）。ミサキコモチエダクダクラゲでも同様に、宮城県に生息する個体の方が南日本の個体よりも初期放射管数や触手数が増加している可能性もある。

志津川と江島のミサキコモチエダクダクラゲはともに明刺激で配偶子放出に至ったことから、タマクラゲやシミコクラゲなどと同じく「明タイプ」（出口・菅原, 2020）であると考えられる。一方、江島のエダクダクラゲは「明タイプ」であるのに対し、志津川のエダクダクラゲはエダアシクラゲ（出口・伊藤, 2005）と同様の「暗タイプ」である可能性が示唆された。今後、光周期をより詳細にコントロールした室内実験やフィールドでの採集直後の生殖巣の観察などから、慎重に判断する必要があるだろう。卵径に関しても、調べる個体数をさらに増やし、個体差などについて考慮することが必要だと考えられる。

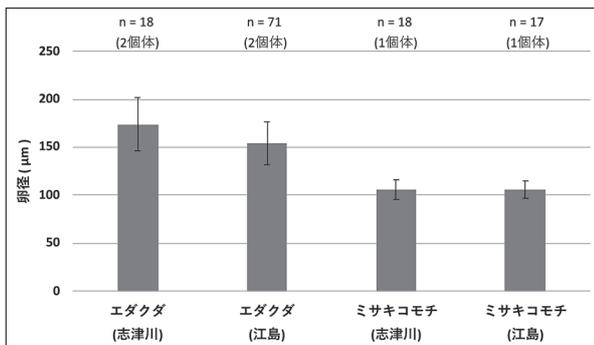


図5. 志津川と江島の個体における卵径各値は平均値、エラーバーは標準偏差である。放卵させたクラゲの個体数と計測した卵の数をグラフの上部に示す。

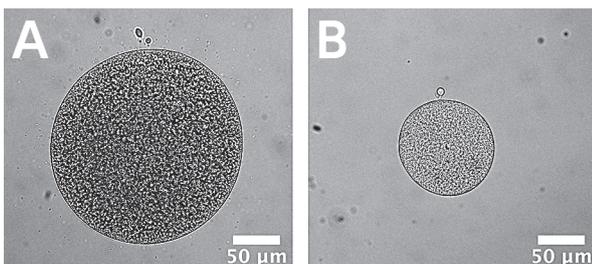


図6. 江島のエダクダクラゲの卵 (A)、江島のミサキコモチエダクダクラゲの卵 (B)

環境教育への活用

エダクダクラゲ類には、ほかのクラゲや生き物に比べてユニークな点がある。ポリプ世代における多毛類との共生である。エダクダクラゲのポリプは宿主であるエラコに完全に依存しており、エラコの棲管から切り離されると形態を維持できず退縮してしまう (Hirai and Kakinuma, 1973)。前述の通り、ミサキコモチエダクダクラゲのポリプの宿主は国内では判明していないが、海外ではエラコとは別種の多毛類の棲管に生息することが報告されている (Calder, 1970)。種と種が密接に関わりあって生活している共生の例として非常に興味深い存在である。志津川や江島ではエダクダクラゲ類の採集が容易であり、宿主であるエラコは釣具店などからも入手できる。これらを活用した環境教育の実践については一考の価値があるだろう。

ほかにも、志津川や江島には多様なクラゲが生息している。例えば志津川では、8月から翌年1月にかけての調査において、エダクダクラゲ類のほかに、コモチカギノテクラゲ、コツブクラゲ、オオタマウミヒドラ、エダアシクラゲ、シミコクラゲ、カミクラゲ、オベリアクラゲ、コノハクラゲ、アンドンクラゲ、ジュウモンジクラゲを確認することができた。江島においては11月だけで、カタアシクラゲ属の1種、エボシクラゲ、ウミコップ属の1種、オベリアクラゲ属の1種、カラカサクラゲ、ヒメツリガネクラゲ、ヤジロベエクラゲ、ヒトツクラゲ、トウロウクラゲに加え、有櫛動物門のカブトクラゲ、フウセンクラゲ属の1種、テマリクラゲ属の1種、ウツボクラゲ属の1種が採集できた。このようなクラゲの種多様性については、学校現場だけでなく、その土地に住む方々にとっても、貴重な自然の資源と見なすことができる。

謝辞

志津川および江島での調査を行うにあたり宮城教育大学出口研究室所属の学生に加え、理科教育専修の先輩と同輩に協力いただいた。深く感謝申し上げる。

参考文献

- 足立文・崎山直夫・北田貢・久保田信 2003. 江の島湘南港およびその周辺に出現する水母類－Ⅲ. 神奈川県自然誌資料, 24, 21-24.
- Ballard, W. W. 1942. The mechanism for synchronous spawning in *Hydractinia* and *Pennaria*. Biol. Bull., 82, 329-339.
- Calder, D. R. 1970. North American record of the hydroid *Proboscoidactyla ornata* (Hydrozoa, Proboscoidactylidae). Chesapeake Sci., 11, 130-132.
- 出口竜作・伊藤貴洋 2005. エダアシクラゲの採集とライフサイクル制御—モデル動物・教材動物としての確立をめざして—. 宮城教育大学紀要, 40, 107-119.
- 出口竜作・菅原朱莉 2020. クラゲの繁殖戦略—無性生殖から有性生殖, 単為生殖まで. 生物の科学 遺伝, 74, 394-401.
- Hirai, E. and Kakinuma, Y. 1973. Differentiation and symbiosis in two hydrozoans. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 20, 257-273.
- 久保田信 2000. 5. 刺胞動物門. In: 無脊椎動物の多様性と系統 (節足動物を除く). 白山義久 (編). 裳華房, pp. 108-111.
- Kubota, S. 2005. Distinction of two morphotypes of *Turritopsis nutricula* medusae (Cnidaria, Hydrozoa, Anthomedusae) in Japan, with reference to their different abilities to revert to the hydroid stage and their distinct geographical distributions. Biogeography, 7, 41-50.
- 国立研究開発法人水産研究・教育機構. 東北ブロック沿岸水温速報. <http://tohokubuoy.net.myg.affrc.go.jp/Vdata/> (2021年2月9日最終閲覧).
- Miglietta, M. P., Piraino, S., Kubota, S. and Schuchert, P. 2006. Species in the genus *Turritopsis* (Cnidaria, Hydrozoa): a molecular evaluation. J. Zool. Syst. Evol. Res., 45, 11-19.
- Miller, R. L. 1979. Sperm chemotaxis in the hydromedusae. I. Species specificity and sperm

- behavior. Mar. Biol., 53, 99-114.
- 峯水亮・久保田信・平野弥生・ドゥーグル・リンズィー
2015. 日本クラゲ大図鑑. 平凡社.
- 三宅裕志・Lindsay, D. 2013. 最新クラゲ図鑑110
種のクラゲの不思議な生態. 誠文堂新光社.
- 岡田要 1988. 新日本動物図鑑〔上〕. 北隆館.
- 崎山直夫・足立文 2001. 江の島湘南港およびその周
辺に出現する水母類-II. 神奈川県自然誌資料, 22,
69-72.
- 仙台管区气象台 2019. 第3章東北地方周辺の海洋
の変化. 東北地方の気候の変化. 仙台市. [https://](https://www.jma-net.go.jp/sendai/wadai/kikouhenka/kikouhenka-report.html#report)
[www.jma-net.go.jp/sendai/wadai/kikouhenka/
kikouhenka-report.html#report](https://www.jma-net.go.jp/sendai/wadai/kikouhenka/kikouhenka-report.html#report) (2021年2月12
日最終閲覧).
- Uchida, T. and Okuda, S. 1941. The hydroid
Lar and the medusa *Proboscidactyla*. J. Fac. Sci.
Hokkaido Imp. Univ. Ser. 6. Zoology, 7, 431-
440.
- 山田真弓 1994. 固着生活と浮遊生活ニンギョウ
ヒドラ (エダクダクラゲ). In: 朝日百科 動物たち
の地球 2 無脊椎動物. 山田恒史 (編). 朝日新聞社,
pp. 22-23.

「環境教育研究紀要」の終刊にあたって

溝田浩二*

Good-bye Research Bulletin of Environmental Education Center

Koji MIZOTA

要旨：宮城教育大学「環境教育研究紀要」は23巻をもって終刊となる。環境教育実践研究センター(1997-2017)および教員キャリア研究機構環境教育・情報システム研究領域(2017-2021)において取り組まれてきた環境教育を振り返るとともに、長年にわたりお世話になった方々への感謝の意を表した。

キーワード：宮城教育大学, 「環境教育研究紀要」, 環境教育実践研究センター, 教員キャリア研究機構, 環境教育

1. はじめに

東北地方唯一の単科教員養成大学である宮城教育大学では、東北地域の少子化や長期的な教員需要の減少が見込まれるなか、教員養成単科大学としての存続を目指した諸改革が数年前からトップダウンで推し進められている。筆者が在籍していた「環境教育実践研究センター」はその煽りを受けて2017年2月に廃止となり、学内の5研究センターと統合される形で「教員キャリア研究機構」が新設された。筆者らはその環境教育・情報システム研究領域に配属され、この4年間は細々とではあるが環境教育に携わってきた。ところが、その教員キャリア研究機構も2021年3月をもって廃止され、キャリアサポートセンターや学内事務組織と統廃合される形で「東北学校教育共創機構」として生まれ変わる予定である。

この数年間は状況が目紛しく変わり、それに付随する雑事に翻弄される慌ただしい日々が続いた。落ち着いて現状を分析したり、過去を振り返る余裕もなかった。しかし冷静に考えてみると、この新たな組織には環境教育関連の部署はなく、設置目的には環境教育の「か」の字も見当たらない。それは環境教育実践研究センターの時代から四半世紀近く続いてきた本学における環境教育の歴史に終止符を打つことを意味した。

1999年から継続的に刊行されてきた「環境教育研究紀要」も23巻をもって終刊となることを余儀なくされたことから、この機会にこれまで環境教育実践研究センター(1997-2017)および教員キャリア研究機構環境教育・情報システム研究領域(2017-2021)が取り組んできた環境教育を振り返り、可能なかぎり記録しておく必要があるのではないか、との思いに至った。併せて筆者自身が展開してきた環境教育についても報告し、長年お世話になってきた多くの方々への感謝の意を表したい。

2. 環境教育実践研究センターについて

環境教育実践研究センターは1997年、宮城県を中心とした東北地方の環境教育拠点としての役割を期待されて設立された。基礎・実践・システムの3分野から構成され、基礎分野では教材開発(村松ほか1999, 2000, 2004, 2005; 村松・國井2000; 見上ほか2000; 三品ほか2014, 2016a, 2016b; 三品・加藤ほか2015; 三品・三好ほか2015; 三好ほか2013など)、実践分野では教育実践(伊沢2004; 溝田2013, 2017, 2018b; 溝田・遠藤2009; 溝田・鶴川2016; 溝田ほか2005; 斉藤2016 斉藤・伊藤2015; 斉藤・渡辺2012, 2013; 斉藤ほか2014など)、システム分野で

*宮城教育大学教員キャリア研究機構

は広域通信網を活用した情報提供（安江1999; 安江ほか2000; 安江2001; 安江・橋本2003; 安江・眞壁1999; 鶴川2008; 鶴川ほか2010, 2015, 2017, 2020など）をそれぞれ行ない、3分野の力を融合させることで充実した環境教育の構築を目指してきた。設立前の母体が理科教育研究施設（1965-1997）だったこともあり、自然科学的なアプローチ、とりわけ、自然フィールドを活かした環境教育に重点が置かれてきた。野生のニホンザルやシカが多く生息する金華山島（伊沢2005など）、ラムサール条約指定登録湿地である蕪栗沼（Mikami2000; 見上ほか2001など）、都市に隣接しながらも里山的自然が残る青葉山丘陵（溝田2006など）など、宮城県内の優れた自然をフィールドミュージアムとして活用し、生物多様性を軸とした体験型の環境教育の実践や人材育成の取り組みで大きな成果を上げてきた。

それでも、環境教育の間口はあまりに広く多様であり、自然科学的な内容は環境教育のごく一部でしかない。そこで、専任スタッフにカバーできない部分を補完するために、多くの方々の支援協力のもとに運営されてきた。具体的には、宮城県教育研究センターの指導主事、仙台市科学館の指導主事・学芸員などを客員教員として、また多彩な専門性をもった人材を協力研究員として迎え入れた。また、学内的には社会科、理科、家庭科などの講座や附属4校園から兼務教員として協力を得た。小さい大学ながらも、否、小さい大学だからこそ力を一つに結集させ、環境教育の取り組みを進めてきたともいえるだろう。

宮城教育大学では2007年度に大きな教育カリキュラムの改革を行い、環境教育やESDの学部カリキュラムへの浸透をはかった。その最大の目玉が基礎教育科目「環境教育概論」の1年次必修化であった。これは日本学術会議環境教育学委員会（環境思想・環境教育分科会）（2008）による「すべての教員養成課程受講者に対して環境教育を義務付けるべきである」という提言に先立つ画期的なものであった。また、2011年3月の東日本大震災を経験してからは、不確実性の高い将来を見据えて柔軟にカリキュラムを構想・対応できる教員の養成を痛感させられ、講義名を「環境・防災教育」と変更した。環境教育も防災教育もESD

の大事な柱であり、それらを一体化することでESDの本質を学生たちによりリアルに伝えたいとの思いからであった。

さらに、現場で求められていながら従来の教科・学問領域に収まりきらない課題を多面的に学び、教師としての得意分野（第二の専門性）をもたせることを目的として「現代的課題科目」の履修も義務づけた。学生は『環境教育』『多文化理解』『国際文化』『食・健康教育』といった10科目群から1つを選択し、科目群ごとに用意された講義を段階的に履修する。現代的課題科目『環境教育』には「環境教育の方法と技術」「ビオトープ論」「生命環境科学」「自然誌」「自然フィールドワーク実験」といった講義が含まれ、環境教育を副専門とする学生にはこの科目群の中から8単位以上を習得させた。

そのほか、地域の教育委員会（宮城県、仙台市、気仙沼市、岩沼市、登米市など）や教育機関（仙台市八木山動物公園など）と連携し、現職教員や市民への研修・講習も積極的に行なってきた（齊藤ほか2009, 2020; 鶴川ほか2020など）。環境教育は比較的新しい分野であることから、学生時代に環境教育について学んだ経験のない教員も多く、現職教員が環境教育を学び直す意義はきわめて大きかった。実施した環境教育プログラムには自然体験がふんだんに取り込まれており、楽しみながら教員の環境リテラシーを高めることにもつながった。

2005年度からは遠隔地を含めた広域の学校へ、実践プログラムや教材、人的支援を提供する総合支援システム「環境教育ライブラリー“えるふえ”」を運営してきた（見上ほか2006, 2007; 岡ほか2010; 齊藤ほか2013）。また、2010年度からは教材園等での指導体験をとおして身近な自然フィールドの活用力や実践的な指導力の向上を促す「リフレッシャー教育システム」の構築にも取り組んだ（村松ほか2011, 2013; 鶴川ほか2011, 2012, 2013, 2014）。実践分野のスタッフを中心として上記枠組の中で「キャンパスミュージアム構想」を推進し、バタフライガーデンなどのビオトープづくり（後述）、炭焼き（西城2011, 2013, 2014, 2017; 西城・井上2018; 西城ほか2015, 2019）、動物飼育（齊藤2016; 齊藤・伊藤2015; 齊藤・

渡辺, 2012, 2013; 齊藤ほか2014)などを題材とした環境教育にも取り組んできた。

このほか、海外青年協力隊の派遣現職教員を支援する国際協イニシアティブ教育協力拠点形成事業(村松ほか2006; 三又・齊藤ほか2010; 三又・渡辺ほか2010; 由佐ほか2010, 2012など)やマダガスカルESDモデル構築(JICA草の根技術協力事業)(齊藤2008; 齊藤・渡辺2008; 齊藤ほか2009, 2020; 溝田2003a, 2003b, 2011aなど)に参加するなど、国際協力にも積極的に取り組んできた(見上2005)。

3. 筆者自身が展開してきた環境教育

筆者は2001年に環境教育実践研究センターに職を得てからちょうど20年が経つ。これまで取り組んできた仕事は、地域自然を活用した環境教育、校庭の自然環境を活用した環境教育、遊び仕事を活用した環境教育の3つに大別することができる。

3-1. 地域自然を活用した環境教育：

フィールドミュージアム構想

環境教育実践研究センターでは、ESD(持続発展教育)という用語が流布する以前から持続可能性を意識した環境教育に取り組んできた。その一つが「フィールドミュージアム構想」である。地域全体を丸ごと博物館に見たて、そこに“教育の場”という価値を見出すことで地域自然の保全を実現するためのフレームワークである(溝田2006)。体験を旨とする環境教育にとって、そのフィールドとなる場の確保はきわめて重要な課題となっている。より多様性に富んだ自然フィールドを、子どもにとってかけがえのない“教育の場”として開放するためには、地域自然について多角的、継続的な調査研究を行い、自然の教育力を発掘し、よりより環境教育につなげることが重要である(伊沢2000)。地域自然における調査研究・環境教育・生態系保全を一体化させて取り組んでいくことにフィールドミュージアム構想の本質がある。

筆者は2001年から宮城教育大学をぐるりと取り囲む青葉山をフィールドとして動植物の生態調査を始めた。地域の自然愛好者の方々にも協力をいただきながら発見した動植物をリストアップした結果、987

種の植物、190種のキノコ類、21種の両生・爬虫類、142種の鳥類、25種の哺乳類、47種のトンボ、80種のチョウ類、41種の虫癭(虫こぶ)が生息・生育していることが明らかとなった(溝田・移川, 2006a, 2006b; 根本ほか2006; 大島ほか2006; 移川・溝田2006a, 2006b; 移川ほか2006; 海藤・溝田2008)。これは都市近郊の自然としては驚くべき種の多様性で、たとえば日本に生息するチョウ類約240種のうち実に1/3もの種が大学周辺で観察できることになる。青葉山フィールドミュージアムの多様な生きた教材が与えてくれる学びを有機的につなげ、子どもたちの無限の興味・関心を育んでいくための環境教育の実践として、筆者はフレンドシップ事業を実施してきた(図1)。この事業は教員を目指す大学生に対し、地域自然の中で園児や児童、生徒とのふれあいや自然体験を通して、教員としての資質向上を目指す“野外版の教育実習”と言うべき取り組みである。時間はかかるかもしれないが、教員を目指す大学生にとっても、対象となる子どもたちにとっても、楽しい自然体験を十分に満喫させることが地域自然を愛することにつながり、もっともいい形で将来にわたって保全していけるものと確信している。



図1. フレンドシップ事業による大学生と園児との交流

3-2. 校庭の自然環境を活用した環境教育：

学校ビオトープのモデルづくり

校庭は現代の子どもたちにとって、もっとも身近な自然環境の一つである。また、あらゆる教科カリキュラムで価値ある教育資源として活用できる可能性を秘めている。ところが多忙をきわめる学校の教育現場の多くで校庭を十分に活用できていない現状がある。筆者は教員免許状更新講習において「校庭の教育資源活用術」と題する講座を開講し、より魅力的で効果的な学習が展開できる校庭づくりについて考える機会を提供してきた。

宮城教育大学には校庭のモデルとしてバタフライガーデンが設置されている（図2）。これはチョウ類が生息できる環境を整え、四季をとおして卵から成虫になるまで自然な状態で観察することができる体験学習の場であり、環境教育を日常化させる“しかけ”である。チョウ類がくらししていくためには、幼虫の食草、成虫の吸蜜植物、水辺や木陰など、変化に富んだ環境が必要となる。2005年から青葉山の自然環境をお手本にして、食草や吸蜜植物を植栽してきた結果、現在では60種を越すチョウ類が訪れるようになった。また、雨水を利用したビオトープ池、落ち葉のリサイクル箱、ニホンミツバチの観察巣箱などを設け、教員を志望する学生たちが日常的に環境学習に取り組める場を提供している（溝田2009, 2018; 溝田・遠藤2007, 2009, 2010; 溝田ほか2008, 2009, 2010）。

環境教育の場を確保しながら、良好な地域環境を保全・創出する。そんな相乗効果を発揮させることが、これからの校庭環境の整備に求められている。幸いなことに、宮城教育大学をモデルにした校庭がいくつかの幼稚園や小学校で普及し始めている。また、植木鉢やプランターに主要な食草や蜜源植物を植栽した簡易型のバタフライガーデン学校キットを設置するなど、独自の工夫をされる熱心な教員も現れた（「バタフライガーデン学校キットの可能性」実行委員会2014; 河村ほか2012a, 2012b）。バタフライガーデンがますます広がり、校庭の教育資源を有効に活用する学校が増加することが期待される。

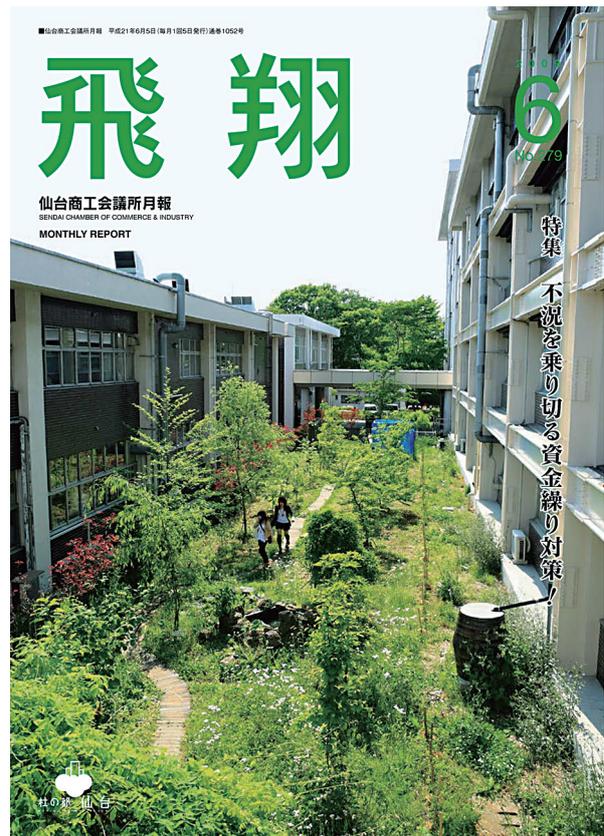


図2. 2009年5月のバタフライガーデン。仙台商工会議所月報の表紙を飾った。

東日本大震災後は、生き抜く力の養成を目指して「道草を食う」をテーマにした授業実践を行った。バタフライガーデンに自生する野草類を採集・調理・実食する体験を重ねることによって、学生たちの救荒植物とその利用に関する興味・関心、知識・技術が飛躍的に高まった（溝田2015; 溝田・鶴川2016）。また、バタフライガーデンの周辺で観察される身近な昆虫類の教材化にも取り組み、様々な実践の場面で活用することができた（溝田ほか2005; 小畑・溝田2009; 八月朔日ほか2017; 小沼ほか2018）。

3-3. 遊び仕事を活用した環境教育：

遊び仕事と環境教育の融合

日本学術会議環境学委員会（環境思想・環境教育分科会）より2008年に提言『学校教育を中心とした環境教育の充実に向けて』が出された。注目すべきポイントは、地域の環境教育の拠点としての役割を大学が担うための鍵として「遊び仕事」の重要性が指摘されたことである。「遊び仕事」とはキノコ採りや

山菜採り、川やため池などでの漁労など経済的な意味はさほど大きくないにもかかわらず、現代に至るまで綿々と続けられている副次的な生業（マイナー・サブシステム）のことである。そこには生活様式の変化や技術革新の発展などによって失われつつある、日本の農山漁村で蓄積されてきた生物利用の総合的な知識や技能が詰まっている。また、①生産から消費までの過程が短い、②自然と密接に関わっている、③比較的単純な技術ゆえに高度な技法が必要とされる、④経済的意味は大きくないが喜びと誇りを伴う、⑤狩猟・採集の時期や場所が限られているため資源を枯渇させることがない、といった特徴をもっている。「遊び仕事」は持続可能な社会づくりのモデルとしての可能性あふれる営みであり、提言では「日本の農山漁村に残る遊び仕事と環境教育とをうまくつなぎ合わせ、地域に残る伝統技術や文化を巻き込んだ形の環境教育プログラムをつくり、多様な人々が集まる大学を核として実践していくべきである」と述べられている。

筆者は「遊び仕事」の一例として、ニホンミツバチの伝統養蜂に着目してきた（図3）。ミツバチは自然や人との関わりが深く、環境教育に適した生きものである。特に、在来種のニホンミツバチを昔ながらの手法で飼養する伝統養蜂には、収穫の喜び、分封群捕獲の興奮、野生とつきあう奥深さ、創意工夫が求められる労働（巣箱づくり、道具づくり等）の面白さ、といった多面的な“楽しみ”が凝縮されている。伝統養蜂に内在するそんな楽しみや知識、技術、知恵、文化を環境教育に取り入れることを目指して、筆者は宮城教育大学のキャンパス内でニホンミツバチを飼養し、採蜜、ハチミツを利用した調理実習、蜜蝋を利用したキャンドル・ハンドクリーム・クレヨンづくりなどの教育実践に取り組んできた（溝田2011b, 2012, 2013, 2014a, 2014b, 2017, 2019）。伝統養蜂に携わる養蜂家のように、ミツバチの性質を熟知し、技術や知恵をもち、周囲の自然に配慮しながら上手に自然の恵みをいただくという生き方にはESDのエッセンスが詰まっており、私たちはそこから学ぶべきことがたくさんあるように思われる。キューバのハリナシバチ養蜂（Echenique-Dias & Mizota 2019）、中部地方で行われているハチ追い（溝田2018a）などにも取り組み、

最近では農業高校における「遊び仕事」の実践にも関わっている（尾身・溝田2021）。



図3. 長崎県対馬で営まれているニホンミツバチの伝統養蜂（10月の採蜜の様子）。

4. さいごに

本巻をもって「環境教育研究紀要」は終刊となる。地方小規模大学の附属施設が自転車操業で刊行してきたささやかな出版物ではあるが、掲載された論文の質量ともに学会誌にもひけをとらないほど充実していたとの自負がある。もし曲がりなりにも私が環境教育の専門家を名乗ることが許されるとすれば、それはいつも投稿を歓迎してくれるこの紀要があったお陰である。本誌に鍛えられ、本誌によって成長させてもらったという思いが強いだけに終刊はかえすがえすも残念である。しかし、始まりがあるものには必ず終わりがやってくる。だからこそ、先行きが見通せない漠とした息苦しさを感じながらも、明るい未来を思い描きながら前進していくよりほかないのであろう。きっと、それは環境教育も同じである。

環境教育実践研究センター（1997-2017）および教員キャリア研究機構環境教育・情報システム研究領域（2017-2021）は存続した四半世紀近くの間、実に多くの方々に支えていただいた。本誌を読み叱咤激励してくださった方々、貴重な研究成果を論文にまとめて寄稿くださった方々、編集作業にご苦勞いただいた歴代の編集委員の方々など、本誌の発展にご尽力いただいたすべての皆様に心より御礼申し上げたい。本誌を介して播かれた種がいつか芽を出し、大きな実を結ぶことを祈るばかりである。

以下に記した方々には運営委員，専任教員，兼務教員，客員教員，協力研究員，非常勤職員，共同研究者などの立場から環境教育実践研究センターおよび教員キャリア研究機構（環境教育・情報システム研究領域）の研究・教育活動をご支援，ご指導いただいた。両組織の終焉を見届けた最後のメンバーの一人として，皆様に心より感謝申し上げます。ありがとうございました！

青木守弘，青木義幸，浅野治志，荒明 聖，伊沢紘生，石橋菜央，板橋誠二，市川 仁，市瀬智紀，伊藤順子（故人），伊藤芳春，井上孝之，猪股一博，岩淵成紀，上野弘，上野満里子，植村千枝，ウォール・アデリン，鶴川義弘，移川 仁，鶴殿義雅，梅津祥吾，遠藤和秀，遠藤浩一，遠藤園子，遠藤奈保子，遠藤洋次郎，及川幸彦，大枝豊，大島一正，大槻泰弘，岡 正明，尾崎博一，小原嘉明，甲斐裕幸，數本芳行，加藤涼子，亀井 文，狩野秀明，河合久仁子，川越清志，川村寿郎，菅野宏一，菅野宏明，桔梗佑子，菊地永祐，菊地秀敏，菊池正昭，木村一貴，日下 孝，日下竜太，國井恵子，小岩康子，郷家雄二，古賀正義，小金澤孝昭，小島浩明，小松尚哉，小森谷一朗，牛来拓二，金 和宏，今野真理子，西城

潔，西城光洋，齊藤千映美，齋藤巨弘，齋藤弘明，齊藤 稔，齊藤有季，佐々木久美，佐藤昭彦，佐藤賢治，佐藤哲也，佐藤正道，佐藤（片平）みちる，佐藤義則，佐藤涼子，宍戸佳央理，島野智之，菅井研二，菅原 敏，菅原 徹，菅原正則，平 真木夫，高取知男，高梨正博，高橋 修，高橋久美子，高橋里美，高橋知美，高橋義則，高平拓実，武山幸一郎，田幡憲一，玉川勝美，玉木洋一，千田みかさ，千葉 卓，出口竜作，豊田東雄，鳥山 敦，中澤堅一郎，長島康雄，中田 晋，長沼孝敏，永幡嘉之，名取秀樹，成田智哉，縄田 昭，縄田儀明，西山正吾，野田貴洋，橋本 勝，花田義輝，林 守人，林 瑠璃，平吹喜彦，福井恵子，福地 彩，藤井嘉津雄，古市剛久，ポール・オフエイマヌ，八月朔日誠司，本郷英治，幕田晶子（故人），松本敏秀，丸谷由浩，丸山英樹，見上一幸，三品佳子，三又英子，宮崎元晴，棟方有宗，村松隆，目々澤紀子，八木俊信，安江正治，八柳善隆，山田和徳，由佐泰子，遊佐忠幸，横山さやか，吉田光正，吉村敏之，吉村正志，ラザロ・エチェニケ，渡辺孝男（故人），渡部智喜，綿引達朗（五十音順，敬称略）。



2020年4月にバタフライガーデンの満開の桜の下で撮影した教員キャリア研究機構（環境教育・情報システム研究領域）スタッフの集合写真。左から，齊藤千映美，溝田浩二，齊藤有季，佐々木久美，鶴川義弘，福井恵子（敬称略）

引用文献

- 「バタフライガーデン学校キットの可能性」実行委員会, 2014. 研究授業とシンポジウム「バタフライガーデン学校キットの可能性」実施報告書, 46pp.
- Echenique-Diaz L. M. and Mizota, K., 2019. Stingless Bee Keeping as an Occupational Hobby and Sustainable Agrotourism in Cuba: A Case Study. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 21:53-59.
- 八月朔日誠司・小野寺 仕・溝田浩二, 2017. 鳴く昆虫をテーマにした環境教育の実践. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 19:19-23.
- 伊沢紘生, 2000. 自然がひらく子どもの未来. エコソフィア, 5:76-79.
- 伊沢紘生, 2004. 「水の循環」をテーマにした体験的環境学習の実践. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 6:1-8.
- 伊沢紘生, 2005. SNC構想の担い手・金華山のサルの23年. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 7:1-11.
- 海藤祥子・溝田浩二, 2008. 青葉山市有林(仙台市)の虫こぶ. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 10:43-52.
- 河村幸子・高橋健登・溝田浩二, 2012a. 千葉県柏市立酒井根小学校におけるバタフライガーデンを活用した環境教育(1) 授業における実践. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 14:45-54.
- 河村幸子・高橋健登・溝田浩二, 2012b. 千葉県柏市立酒井根小学校におけるバタフライガーデンを活用した環境教育(2) エコクラブにおける実践. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 14:55-62.
- Mikami, K., 2000. Utilization of Rice Field and Swampy Land for Environmental Education in School: Concept and contents of the project. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 2:37-43.
- 見上一幸, 2005. まだ浅い経験の中で考えている国際教育協力と環境教育—宮城教育大学環境研の5年を振り返って—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 7:119-125.
- 見上一幸・岩渕成紀・中澤堅一郎・八楸辰一郎・相内健一・田中 融, 2001. 水田・湿地フィールドの環境計測と環境教育素材としての可能性. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 3:61-64.
- 見上一幸・村松 隆・黒川浩也, 2000. 環境教育素材としての微小生物ときれいな水—市販自然水を用いたボルボックスの培養—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 2:7-14.
- 見上一幸・鶴川義弘・岡 正明・川村寿郎・桔梗佑子・小金澤孝昭・西城 潔・斉藤千映美・島野智之・平真木夫・鳥山 敦・溝田浩二・村松 隆・安江正治・吉村敏之・渡辺孝男, 2006. 教員養成大学としての一つの試み—宮城教育大学環境教育実践研究センター“えるふえ”事業の役割と課題—. 環境教育, 16(1) :56-60.
- 見上一幸・鶴川義弘・岡 正明・川村寿郎・桔梗佑子・小金澤孝昭・西城 潔・斉藤千映美・島野智之・平真木夫・鳥山 敦・溝田浩二・村松 隆・安江正治・吉村敏之, 2007. 宮城教育大学の学校環境教育総合支援システム“えるふえ”の設立と活動. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 9:9-16.
- 三又英子・斉藤千映美・エチエニケ-ディアズ ラザロ ミゲル・由佐泰子・村松 隆, 2010. 環境課題をテーマとした教科横断型紙芝居教材の開発とその活用法. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 12:79-83.
- 三又英子・渡辺孝男・村松 隆, 2010. 青年海外協力隊に対する環境教育マテリアルの有効性に関する検証—ブルキナファソ現地調査報告—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 12:69-78.
- 三品佳子・加藤慎也・村松 隆, 2015. 視認性を重視したサイエンス教材の開発(1) —二酸化炭素の発生と性質に関する実験—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 17:73-80.
- 三品佳子・加藤慎也・村松 隆, 2016a. 視認性を重視したサイエンス教材の開発(2) —オゾンの発生と性質に関する実験—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 18:19-24.
- 三品佳子・加藤慎也・村松 隆, 2016b. 有機汚濁と濁度の相関評価のための実験法の検討—水の濁りを観測するための簡易装置づくりとその利用—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 18:25-28.
- 三品佳子・三好直哉・村松 隆, 2014. ため池水中の溶存態有機物の分画と同定に関する実験法の開発(II) —腐植物質の物性評価に関する簡易実験法—.

- 宮城教育大学環境教育研究紀要, 16:1-6.
- 三品佳子・三好直哉・村松 隆, 2015. 閉鎖性ため池の有機汚濁バックグラウンド評価に関する実験法. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 17:63-71.
- 三好直哉・三品佳子・村松 隆, 2013. ため池水中の溶存態有機物の分画と同定に関する実験法の開発. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 15:49-55.
- 溝田浩二, 2003a. ミャンマー農村生活からの提言. 技術教室, 607:44-49.
- 溝田浩二, 2003b. ミャンマーにおける環境NGOの国際協力活動: オイスカ・インターナショナルでの有機農業体験を通して. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 5:83-92.
- 溝田浩二, 2006. 青葉山フィールドミュージアム構想一特集にあたって一. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 8: 89-93.
- 溝田浩二, 2009. プッドレアの花に集まるチョウキャンパス内のバタフライガーデンにおける調査から. 季刊昆虫の森, 17:4-7.
- 溝田浩二, 2011a. チンバザザ動物公園(マダガスカル)におけるバタフライガーデンプロジェクト. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 13:13-22.
- 溝田浩二, 2011b. 仙台市におけるニホンミツバチの分封状況-2004年~2009年の発見情報をもとに-. 公衆衛生情報みやぎ, 412:1-4.
- 溝田浩二, 2012. 環境教育におけるディベート導入の試み-DVD「ミツバチからのメッセージ」を教材として-. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 14:63-70.
- 溝田浩二, 2013. ミツバチ生産物を活用した環境教育の実践. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 15:13-23.
- 溝田浩二, 2014a. ニホンミツバチ伝統養蜂を題材とした環境教育の実践: ひらめき☆ときめきサイエンスを実施して. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 16:21-29.
- 溝田浩二, 2014b. 『ニホンミツバチが暮らす島: 対馬の伝統養蜂をめぐる旅』, 宮城教育大学環境教育実践研究センター, 72pp.
- 溝田浩二, 2015. 救荒植物を利用した食教育・環境教育・防災教育の可能性. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 17:5-11.
- 溝田浩二, 2017. ニホンミツバチ伝統養蜂を題材とした環境教育の実践(2) ひらめき☆ときめきサイエンス2016を実施して. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 19:11-18.
- 溝田浩二, 2018a. ハチ追いをとおして「遊び仕事」と環境教育をつなぐ. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 20:27-34.
- 溝田浩二, 2018b. 地域教材の活用をテーマとした授業実践. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 20:35-38.
- 溝田浩二, 2019. ニホンミツバチ養蜂のこれまでとこれから. *aromatopia*, 156:50-53.
- 溝田浩二・遠藤洋次郎, 2007. チョウ類の生息調査から始めるバタフライガーデンづくり: 宮城教育大学における実践事例. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 9:17-25.
- 溝田浩二・遠藤洋次郎, 2009. 宮城教育大学バタフライガーデンを活用した小学生向け体験的環境学習の実践. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 11:17-24.
- 溝田浩二・遠藤洋次郎, 2010. 宮城教育大学バタフライガーデンで2009年に確認されたチョウ類: 2008年との比較. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 12:11-15.
- 溝田浩二・遠藤洋次郎・小関秀徳・鶴川義弘, 2010. 宮城教育大学バタフライガーデンにおけるQRコード教材の活用. 宮城教育大学情報処理センター研究紀要, 17: 9-12.
- 溝田浩二・遠藤洋次郎・宮川 歩, 2008. 宮城教育大学バタフライガーデンのチョウ類. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 10:33-42.
- 溝田浩二・松本 一・遠藤洋次郎, 2009. 宮城教育大学バタフライガーデンのチョウ類群集の多様性. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 11:7-16.
- 溝田浩二・小畑明子・青木 瞳・山根岳志, 2005. 巣穴形成型アリジゴクを題材とした環境教育プログラムの実践. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 7:49-58.
- 溝田浩二・鶴川義弘, 2016. 救荒植物を活用した「生き抜く力」を育む環境教育の実践. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 18:1-9.
- 溝田浩二・移川 仁, 2006a. 青葉山市有林(仙台市)

- の植物相 (1). 宮城教育大学環境教育研究紀要, 8:95-104.
- 溝田浩二・移川 仁, 2006b. 青葉山市有林 (仙台市) の両生・爬虫類相. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 8:147-152.
- 村松 隆・早坂智恵・安達菜央, 2005. 湖沼の富栄養化状態の把握を目的としたクロロフィルの定量—蛍光光度計の試作とその利用—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 7:85-91.
- 村松 隆・早坂智恵・岩崎祐佳・千葉雅子・見上一幸, 2004. ため池の富栄養化に伴う水質変動現象の分析. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 6:15-20.
- 村松 隆・國井恵子, 2000. 広瀬川の水質分析—水質と環境教育—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 2:49-55.
- 村松 隆・國井恵子・高取知男, 2000. 環境教育のための河川利用—河川中の指標物質の探索—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 2:45-48.
- 村松 隆・見上一幸・岡 正明・渡辺孝男・小金澤孝昭・安江正治・島野智之・佐藤真久, 2006. 環境教育実践事例の分類と海外教育協力支援データベースの構築. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 8:1-9.
- 村松 隆・櫻田有希子・中山紀夫, 1999. 環境教育教材としての環状ウレイド化合物—環状ウレイドの性質と水中微小生物への影響—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 1:49-52.
- 村松 隆・鶴川義弘・福地 彩・尾崎博一・桔梗佑子・佐々木久美・溝田浩二・斉藤千映美・島野智之・西城 潔・浅野治志・棟方有宗, 2013. 青葉山キャンパスをフィールドとしたリフレッシャー教育システムの整備. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 15:1-6.
- 村松 隆・鶴川義弘・斉藤千映美・溝田浩二・岡 正明・棟方有宗・浅野治志・齋藤有季・佐々木久美・尾崎博一・桔梗佑子, 2011. フィールドワークを基底とするリフレッシャー教育システムの構想. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 13:1-5.
- 根本敬子・移川 仁・溝田浩二, 2006. 青葉山市有林 (仙台市) のキノコ相. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 8:113-122.
- 日本学術会議 環境学委員会 (環境思想・環境教育分科会), 2008. 提言「学校教育を中心とした環境教育の充実に向けて」, 103pp.
- 小畑明子・溝田浩二, 2009. アリジゴクの教材性: その可能性と課題. 食農教育, 69:26-27.
- 大島一正・遠藤洋次郎・溝田浩二, 2006. 青葉山市有林 (仙台市) のチョウ相. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 8:123-130.
- 岡 正明・倉田一平・赤井澤 研, 2010. えるふえ貸出教材としてのイネ粃・玄米見本の作成と形態的多様性. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 12:29-32.
- 尾身宜彦・溝田浩二, 2021 宮城県柴田農林高校における演習林を活用したプロジェクト学習. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 23:33-40.
- 小沼佳菜実・八月朔日誠司・小野寺 仕・溝田浩二, 2018. 鳴く昆虫をテーマにした環境教育の実践 (2). 宮城教育大学環境教育研究紀要, 20:39-45.
- 西城 潔, 2011. 伐採木を活用した炭焼きの試み—現代的課題科目「環境教育」における実践事例—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 13:39-45.
- 西城 潔, 2013. リフレッシャー教育システム「炭焼き広場」の概要と利用事例. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 15:25-29.
- 西城 潔, 2014. 2013年における「炭焼き広場」の利用事例と今後の展望. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 16:13-15.
- 西城 潔, 2017. 放置竹林を活用した環境教育の取り組み. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 19:5-10.
- 西城 潔・井上芳樹, 2018. 伊那炭化式薪ストーブ炭焼き法の開発—環境教育への展開を目指して—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 20:1-7.
- 西城 潔・目黒李歩・福田はる香・荒谷拓実・仲田克成, 2015. 小学校における出前炭焼き授業の試み. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 17:39-44.
- 西城 潔・新田隆一・安孫子啓・亀井 文, 2019. 公開講座『竹であそぼう 竹に学ぼう』—竹を活用した環境教育プログラム開発の試み—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 21:1-6.
- 斉藤千映美, 2008. エルサルバドルの学校における環境教育. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 10:97-106.

- 齊藤千映美, 2016. 主体的な学習教材としての学校飼育動物. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 18:11-17.
- 齊藤千映美・伊藤勇馬, 2015. 動物ふれあい活動を用いた地域活性化の取組みと ESD. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 17:21-29.
- 齊藤千映美・柴 宏香・田中ちひろ・上西玉樹・橋本 渉・RAFIDIMANANTSOA Lalaina Eva, 2020. マダガスカルにおける「持続可能な社会づくり」のための動物園教育プログラム改善の取組み. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 22:39-47.
- 齊藤千映美・島野智之・溝田浩二, 2013. 授業を助ける貸し出し教材「環境教育ライブラリー “えるふえ”」. 理科教育ニュース, 900:2-3.
- 齊藤千映美・田中ちひろ・小野寺順也・村松 隆・鶴川義弘・島野智之・溝田浩二, 2009. マダガスカルの動物園教育を通じた自然保全への協力. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 11:1-6.
- 齊藤千映美・渡辺孝男, 2008. 海外青年協力隊員における環境教育の支援—コスタリカ・エルサルバドルの事例から— . 宮城教育大学環境教育研究紀要, 10:87-96.
- 齊藤千映美・渡辺孝男, 2012. 教育のための動物飼育の取組みと課題—大学におけるヤギの飼育を通じて—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 14:29-33.
- 齊藤千映美・渡辺孝男, 2013. 教員養成大学における飼育動物を用いた生命理解教育. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 15:43-48.
- 齊藤千映美・渡辺孝男・一條那津美, 2014. 大学における動物の飼育と学習プログラムの開発. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 16:75-84.
- 鶴川義弘, 2008. デジタルカメラと GPS 付携帯電話を使う環境教育用マップ. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 10:9-15.
- 鶴川義弘・福地 彩・栗木直也, 2014. スマートフォンを用いた防災教育用津波 AR アプリの開発. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 16:7-12.
- 鶴川義弘・福地 彩・村松 隆・溝田浩二, 2013. リフレッシャー教育システムにおける教材園と連携したデジタル教材の開発. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 15: 7-12.
- 鶴川義弘・福地 彩・桜井理裕, 2015. 東日本大震災の震災遺構パノラマ教材の作成. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 17:1-4.
- 鶴川義弘・伊藤 悟・山本佳世子・秋本弘章・大西宏治・井田仁康・齋藤有季, 2017. Google マップと Wikitude を用いる位置情報型 AR の試作. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 19:1-3.
- 鶴川義弘・村松 隆・溝田浩二・齋藤有季, 2011. 野外教材提示システムの開発. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 13:7-12.
- 鶴川義弘・齊藤千映美・齋藤有季・上西玉樹・横山太郎, 2020. 八木山動物公園の VR 仮想現実による体験教材の作成. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 22:19-22.
- 鶴川義弘・齋藤有季・村松 隆, 2010. 双方向対話システムの構築. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 12:33-39.
- 鶴川義弘・齋藤有季・村松 隆・溝田浩二・栗木直也, 2012. リフレッシャー教育システムにおける環境教育用屋外 AR 教材提示システムの構築—AR ブラウザ junaio を利用したコンテンツの作成方法. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 14:1-6.
- 移川 仁・溝田浩二, 2006a. 青葉山市有林 (仙台市) の植物相 (2). 宮城教育大学環境教育研究紀要, 8:105-111.
- 移川 仁・溝田浩二, 2006b. 青葉山市有林 (仙台市) の鳥類相. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 8:139-146.
- 移川 仁・齊藤千映美・溝田浩二, 2006. 青葉山市有林 (仙台市) の哺乳類相. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 8: 131-138.
- 安江正治, 1999. 環境教育のめざすもの—環境情報学の視点からの提言—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 1: 1-4.
- 安江正治, 2001. 環境と情報教育の支援をめざしたリンク集生成ツールの開発. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 3:71-76.
- 安江正治・橋本良仁, 2003. 環境教育のためのオンラインリンク集の開発. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 5: 53-57.

安江正治・眞壁 豊, 1999. 学校教育における情報システム運用の遠隔支援のありかた—附属校の情報サーバを例にして—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 1:53-56.

安江正治・鶴川義弘・脇山俊一郎・阿部 勲・壹岐壽彦, 2000. 環境教育における情報通信メディアの活用と課題. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 2:57-60.

由佐泰子・エチェニケ-ディアズ ラザロ ミゲル・

村松 隆, 2012. 海外青年協力隊に対する環境教育教材支援の課題と展望—グアテマラ海外調査から—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 12:59-68.

由佐泰子・エチェニケ-ディアズ ラザロ ミゲル・渡辺孝男・斉藤千映美・村松 隆, 2010. 環境教育分野における青年海外協力隊支援—アンケート調査から—. 宮城教育大学環境教育研究紀要, 12:49-58.

「環境教育研究紀要」総目次

第1巻(1999年3月発行)

- ◆環境教育のめざすもの—環境情報学の視点からの提言—(安江正治) 1-4 ◆環境教育への技術教育の関わり方(津川昭良・安孫子啓・草野清信) 5-14 ◆「身近な地域」学習と環境教育—「身近な地域・仙台」を事例にして—(宮本利浩・鈴木朝二・小畑勝・小金澤孝昭) 15-22 ◆野外フィールドのリモートセンシングと自然環境教育 (I) 水田の水質センシング(見上一幸・村松隆・岩渕成紀・國井恵子・中澤堅一郎・加藤忠・斉藤智) 23-32 ◆野外フィールドのリモートセンシングと自然環境教育 (II) 双方向性インターネット調査システムを利用した市民の意識啓蒙のためのタンポポ調査(岩渕成紀・見上一幸・立野昭宏・斎藤智) 33-38 ◆地域の自然史を学ぼう: '98 エコみやぎ「大地の学校」ネイチャリングスクール—上沼の大地のおいたち—実践研究(川村寿郎・豊川秀樹・熊坂昭子・渡邊優) 39-48 ◆環境教育教材としての環状ウレイド化合物—環状ウレイドの性質と水中微小生物への影響—(村松隆・櫻田有希子・中山紀夫) 49-52 ◆学校教育における情報システム運用の遠隔支援のありかた—附属校の情報サーバを例にして—(安江正治・眞壁豊) 53-56 ◆EECプロジェクト研究「金華山でのSNC構想の推進」・目的と活動報告(伊沢紘生) 57-62 ◆EECプロジェクト研究「仙台市内広瀬川及び名取川流域でのSNC構想の実践」・活動報告(伊沢紘生) 63-70 ◆生態系の基盤としての土壌に触れる: 平成10年度環境教育担当教員講習会における実践(平吹喜彦) 71-72 ◆宮城教育大学附属養護学校内の樹木しらべ(高橋義則・中村伊知郎・遠藤浩一・會田憲之・平吹喜彦) 73-76 ◆「宮城県津谷高等学校学校林の植物相と植生: 自然教育実践のための基礎的研究」の概要(平吹喜彦・荒木祐二) 77-80 ◆腐葉土を作ろう(田野崎健・後藤恵美子・高橋義則) 81-84 ◆APEC Symposium on Environmental Education towards Sustainable Cities Asia Pacific Environmental Education Youth Forum (Morihiro AOKI, Takaaki KOGANEZAWA and Kazuyuki MIKAMI) 85-94 ◆平成9年度フレンドシップ事業報告・環境教育「自然を探る」(見上一幸・村松隆) 95-104

第2巻(2000年3月発行)

- ◆栽培学習教材としてのケナフの評価(岡正明) 1-6 ◆環境教育素材としての微小生物ときれいな水—市販自然水を用いたボルボックスの培養—(見上一幸・村松隆・黒川浩也) 7-14 ◆仙台の都市・居住環境の変化—簡易GISを活用して—(小金澤孝昭・三浦紳・小野朋広) 15-24 ◆広瀬川上流域における水中微量元素濃度調査(渡辺孝男・坂本朋枝) 25-30 ◆中国におけるゴミ処理問題と環境教育(安孫子啓・崔夏陽) 31-36 ◆Utilization of Rice Field and Swampy Land for Environmental Education in School: Concept and contents of the project (Kazuyuki Mikami) 37-43 ◆環境教育のための河川利用—河川中の指標物質の探索—(村松隆・國井恵子・高取知男) 45-48 ◆広瀬川の水質分析—水質と環境教育—(村松隆・國井恵子) 49-55 ◆環境教育における情報通信メディアの活用と課題(安江正治・鶴川義弘・脇山俊一郎・阿部勲・壹岐壽彦) 57-60 ◆「総合学習」の教育実践活動に関する日中共同研究の報告—環境教育を事例として—(古賀正義・陸秀芹) 61-63 ◆「カラフルキャンドルを作ろう」(平野幸枝・芳賀雅尋・高橋義則) 65-68 ◆みつげよう、みつめよう、青葉山の自然—平成11年度宮城教育大学地域開放特別事業—(平吹喜彦・川村寿郎) 69-73 ◆平成11年度フレンドシップ事業報告 環境教育(伊沢紘生・斉藤千映美・見上一幸) 75-76

第2巻2号サブプリメント(2000年8月発行)

- ◆七北田川を用いた環境教育実践(渡辺孝男) 1-8 ◆環境教育プログラムの開発と教育実践—金華山島の自然の教育力を活用した実践—(遠藤純二) 9-17 ◆小学校「生活科」自然を使った実践—気づきから学習へ「2年

たんぼの学習」— (高橋 聰) 19-26 ◆両棲類の調査と保全資料作りのためのネットワーク (福山欣司) 27-30
◆環境教育カリキュラム開発と森での教育実践 (地主 修) 31-41 ◆大気汚染調査を通しての環境教育実践
(永沼孝敏) 43-47

第3巻(2001年3月発行)

◆環境教育と高校地理教科書の構成—日本と韓国の教科書における地球環境問題を中心にして— (小金澤孝昭・南 環祐) 1-9 ◆ロボット教材を用いた環境教育の検討 (水谷好成・岩本正敏) 11-18 ◆都市河川を対象とした環境教育教材の開発 (I) (伊沢紘生・渡辺孝男・安江正治・見上一幸・國井恵子・村松 隆・川村寿郎・西城 潔・斉藤千映美) 19-30 ◆都市河川を対象とした環境教育教材の開発 (II) (伊沢紘生・渡辺孝男・安江正治・見上一幸・國井恵子・村松 隆・川村寿郎・西城 潔・斉藤千映美) 31-44 ◆環境教育のための河川利用[2]—広瀬川本流と支流の学習— (村松 隆・森田衣子) 45-50 ◆広瀬川水系を構成する支流群の流出特性 (西城 潔・丸井陽子) 51-56 ◆丘陵地の地形を活用した環境教育教材開発の試み—宮城県北西部、花山少年自然の家付近を例に— (西城 潔) 57-60 ◆水田・湿地フィールドの環境計測と環境教育素材としての可能性 (見上一幸・岩渕成紀・中澤 堅一郎・八畝辰一郎・相内健一・田中 融) 61-64 ◆ケナフ木質部の教材化の試み—土壌改良剤としての評価— (岡 正明・今泉宜亮・坂本新太郎) 65-70 ◆環境と情報教育の支援をめざしたリンク集生成ツールの開発 (安江正治) 71-76 ◆遠隔地間のTV会議授業 (安江正治・奥山 勉) 77-78 ◆「水の中のミクロの宇宙」を楽しむ子どもたち (田幡憲一・見上一幸・出口竜作) 79-88 ◆プロジェクト研究『宮城県の地域自然を生かしたフィールドミュージアムづくり (その1) —仙台北方丘陵の里山—』報告 (川村寿郎・平吹喜彦・西城 潔) 89-96 ◆環境創造フォーラムの設立—創立大会参加報告を兼ねて (竹内 洋) 97-106 ◆平成12年度フレンドシップ事業報告 (斉藤千映美・見上一幸) 107-108 ◆ふるさとを学び ふるさとに学び ふるさとから学ぶ 浜の子ふるさと学習 (佐々木みよ子) 109-114 ◆総合的な学習の時間における環境教育の実践 (齊 隆・鶴田陸子・漢人真二) 115-120 ◆総合的な学習の時間「つばさ学習」の実践事例 (高平拓実) 121-126 ◆総合的な学習の時間における環境学習の進め方 (鳩貝太郎) 127-130

第4巻(2002年3月発行)

◆金華山の鳥類相 (伊沢紘生・藤田裕子) 1-8 ◆金華山における昆虫研究 —これまでとこれから— (溝田浩二) 9-18 ◆仙台圏の川砂の鉱物組成とその自然環境教材化 (川村寿郎・菊地 綾・望月 貴) 19-28 ◆環境教育といぐねの学校 (小金澤孝昭・北川長利・加藤良樹) 29-36 ◆土からみる環境の移り変わりの学習 —仙台市立高森小学校における実践事例— (新谷真吾・川村寿郎・星 順子・佐藤 尚・狩野克彦) 37-43 ◆旧版地図を使った学区域における環境の変化の学習 —仙台市立黒松小学校における実践事例— (新谷真吾・川村寿郎・黒須宗男・清野いずみ・佐藤千恵子・加藤恵子・竹澤吉助) 45-50 ◆環境教育教材としての砂漠化—中国内モンゴル自治区の草原劣化を事例にして— (蘇德斯琴・小金澤孝昭) 51-57 ◆多様な品種を用いた栽培学習の効果 —イネ、ヒマワリ、サツマイモ— (岡 正明) 59-64 ◆広瀬川流域の各種調査と環境教育教材化 (伊沢紘生) 65-70 ◆宮城教育大学地域開放特別事業『みつけよう、みつめよう、青葉山の自然 2000・2001』:地域自然をいかした環境教育の展開 (平吹喜彦・川村寿郎) 71-75

第5巻(2003年3月発行)

◆金華山と青葉山のトンボ相 (伊沢紘生・藤田裕子・小野雄祐) 1-9 ◆河川水質浄化に関わる原生動物繊毛虫の環境教育への活用:仙台市内の河川 水質調査から (Abdurahman・村松 隆・見上一幸) 11-17 ◆丘陵地谷頭の微地形構造に対応した土壌含水率と林床植生:仙台市近郊のコナラ林の事例 (寂知智美・平吹喜彦・荒木祐二・

宮城豊彦) 19-27 ◆岩手県胆沢扇状地の散居型農村生態系を構成する孤立林の植生 (福岡公平・平吹喜彦・荒木祐二) 29-38 ◆景観スケールを重視した環境教育プログラムの開発:1.景観スケールの有効性と防潮マツ林を事例とした学習プログラムの開発 (長島康雄・平吹喜彦) 39-46 ◆金華山の鳥類相—補遺— (伊沢紘生・藤田裕子) 47-51 ◆環境教育のためのオンラインリンク集の開発 (安江正治・橋本良仁) 53-57 ◆日周運動のビデオ教材作成による星空環境教育 (伊藤芳春・吉田和剛・高田淑子・松下真人・中堤康友) 59-64 ◆金華山と青葉山でのセミ調査・第一報 (伊沢紘生) 65-68 ◆宮城県金華山鳥産昆虫リスト:文献記録の整理 (溝田浩二) 69-78 ◆里山に学ぼう,里山を教えよう:2002年環境教育シンポジウムをふりかえって (平吹喜彦・川村寿郎・中澤堅一郎・西城 潔・齊藤千映美・溝田浩二) 79-82 ◆ミャンマーにおける環境NGOの国際協力活動:オイスカ・インターナショナルでの有機農業体験を通して (溝田浩二) 83-92

第5巻2号サブプリメント(2003年10月発行)

◆Opening Address Miyagi University of Education (Kaoru Yokosuka) 1-2 ◆Message from the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Japan (Masayuki Inoue) 3-4 ◆Opening Remarks Miyagi Pref. Board of Education (Nobutaka Watanabe) 5 ◆Opening Remarks Sendai City Board of Education (Yoshikichi Abe) 6-7 ◆Aims of the Symposium (Kazuyuki Mikami) 8-9 ◆Nature and Human Life (Jack T. Moyer) 10-12 ◆Environmental Education : Accessible to All (Paul H. Williams) 13-16 ◆Environmental Education in Australia : Towards Sustainable Schools (Vicki Keliher) 17-25 ◆Environmental Education : A Case of Thailand (Alisara Chuchat) 26-30 ◆Environmental Education in Germany : Towards Sustainable Schools (Heiko Crost) 31-35 ◆Support for Promotion of Environmental Education in Japanese School (Toshihiko Higuchi) 36-38 ◆Learning in Nature : Perspective from Behavioral Biology (Chiemi Saito) 39-40 ◆The Developmet of Environmental Education of Elementary School and Junior High Schools in Caina (Zongmin Wang) 41-46 ◆Environmental Education in Wisconsin : A Teacher Education Approach (Randy Champeau and Jennie Lane) 47-55 ◆Environmental Education and Information Technology (Yoshihiro Ugawa) 56-63 ◆Community, School, Environment (Andrea Déri) 64-79 ◆Global Environmental Issues and the Education for Sustainable Development, Now and in the Future (Ryokichi Hirono) 80-84 ◆The Research in the Environmental Consciousness and the Interacted Education of Teachers in the Middle School (Ning Wang and Lianxi Sheng) 85-88 ◆The Environmental Education Strategy for the Practical Arts Subject in S. Korea (Namyong Chung) 89-99 ◆Four Support Systems and the Ideas of Widen School (Masahisa Sato) 100-102

第6巻(2004年3月発行)

◆「水の循環」をテーマにした体験的環境学習の実践 (伊沢紘生) 1-8 ◆地すべり性滑落崖の崩落とその環境教育教材としての可能性—宮城県花山村沼山を例に— (西城 潔・佐藤彰伸) 9-13 ◆ため池の富栄養化に伴う水質変動現象の分析 (村松 隆・早坂智恵・岩崎祐佳・千葉雅子・見上一幸) 15-20 ◆景観スケールを重視した環境教育プログラムの開発 2.自然観察会への環境教育的視点の導入 (長島康雄・横内 勲・平吹喜彦) 21-29 ◆金華山の大型土壌動物相 (内田智子・伊原真樹) 31-37 ◆金華山と青葉山のトンボ相—その2— (伊沢紘生・藤田裕子・小野雄祐・齊藤詳子) 39-48 ◆校内ネットワーク構築支援の新しい展開 —利用者によさしく機能的な情報ネットワークをめざした今後の展望— (阿部 勲・安江正治・眞壁 豊) 49-53 ◆中学生が実施した光害調査による環境評価活動とその教育的意義 (長島康雄・佐々木佳恵・高田淑子・松下真人・千島拓朗・齋藤正晴・三浦高明) 55-63

第7巻(2005年3月発行)

- ◆SNC構想の担い手・金華山のサル23年(伊沢紘生) 1-11 ◆広瀬川中流域(郷六〜牛越橋)における底生動物群集の周年変動(棟方有宗・佐藤康博・加賀谷 隆) 13-20 ◆金華山と青葉山のトンボ相—その3—(藤田裕子・伊沢紘生・小野雄祐) 21-29 ◆少年自然の家の野外活動区域における自然学習教材の再開発—その1花山村砥沢川の地質教材とその活用—(川村寿郎・中條 裕・高野洋平) 31-38 ◆青葉山の大型土壌動物相(八巻明香・丹羽 慈) 39-47 ◆巣穴形成型アリジゴクを題材とした環境教育プログラムの実践(溝田浩二・小畑明子・青木 瞳・山根岳志) 49-58 ◆気体検知管による二酸化炭素の放出・吸収の測定テスト—炭素循環を理解する教材化にむけて—(川村寿郎・紺野 昇・菅原 敏) 59-66 ◆宮城教育大学附属幼稚園内の樹木を用いた身近な自然認知活動:名札が育み始めた樹木との交流(高橋久美子・佐藤麻衣子・平吹喜彦) 67-73 ◆学校緑化に対する環境教育からのアプローチ:仙台市立岩切小学校における事例を通して(長島康雄・山田和徳・平吹喜彦) 75-83 ◆湖沼の富栄養化状態の把握を目的としたクロロフィルの定量—蛍光光度計の試作とその利用—(村松 隆・早坂智恵・安達菜央) 85-90 ◆夜空メーターの製作と星空環境の測定(伊藤芳春・高田淑子) 93-96 ◆教室で行う宇宙の実験—6:火星の表層環境を理解しよう(高田淑子・佐々木佳恵・松下真人・斉藤正晴・佐藤 崇・須田敏典・西川洋平・伊藤芳春) 99-102 ◆学区域から仙台市全域に拡張した光害調査活動とそのスケールアップが持つ環境教育的な意義(長島康雄・千島拓朗・佐々木佳恵・高田淑子) 105-107 ◆宮城県内の少年自然の家における環境学習活動—学校授業との連関についてのアンケート調査結果の概要—(川村寿郎・中條 裕・千葉文彦・平吹喜彦・西城 潔・見上一幸・目々澤紀子) 111-115 ◆まだ浅い経験の中で考えている国際教育協力と環境教育—宮城教育大学環境研の5年を振り返って—(見上一幸) 119-122 ◆東北グローバルセミナー実行委員会の活動—国連『持続可能な開発のための教育の10年』人材育成事業—(小金澤孝昭) 127-128

第8巻(2006年3月発行)

- ◆環境教育実践事例の分類と海外教育協力支援データベースの構築(村松 隆・見上一幸・岡 正明・渡辺孝男・小金澤孝昭・安江正治・島野智之・佐藤真久) 1-9 ◆環境教育のためのオンラインリンク集その2(安江正治) 11-15 ◆環境教育の実践と評価方法の開発—面瀬小学校の実践から—(及川幸彦・小金澤孝昭・見上一幸・村松 隆) 17-26 ◆少年自然の家の野外活動区域における自然学習教材の再開発—その2 砥沢川〜迫川での川の総合的な学習の展開—(川村寿郎・中條 裕) 27-33 ◆沼の水位変動とその環境教育教材化の可能性—国立花山少年自然の家付近の小沼を例に—(西城 潔・加藤拓己) 35-40 ◆国立花山少年自然の家周辺の森林植生とその成立に関わる立地・人為(平吹喜彦・中條 裕) 41-50 ◆国立花山少年自然の家で‘里山の森と人の暮らしのむすびつき’を学ぶ:景観生態学の視点を導入した体験型環境学習プログラムの開発(平吹喜彦・中條 裕・林出美菜) 51-60 ◆光害を環境教育的に扱う教材「環境に優しい夜空」の開発(長島康雄・佐々木佳恵・千島拓朗・高田淑子) 61-69 ◆夜空メーターの製作と星空環境の測定その2(伊藤芳春・千島拓朗・三澤宇希子・高田淑子) 71-77 ◆砂漠化地域における農牧業の変容と農地・草地利用—内モンゴル自治区四子王旗を事例にして—(蘇德斯琴・小金澤孝昭・関根良平・佐々木 達) 79-88 ◆青葉山フィールドミュージアム構想—特集にあたって—(溝田浩二) 89-93 ◆青葉山市有林(仙台市)の植物相(1)(溝田浩二) 95-104 ◆青葉山市有林(仙台市)の植物相(2)(溝田浩二・移川 仁) 105-112 ◆青葉山市有林(仙台市)のキノコ相(根本敬子・移川 仁・溝田浩二) 113-122 ◆青葉山市有林(仙台市)のチョウ相(大島一正・遠藤洋次郎・溝田浩二) 123-130 ◆青葉山市有林(仙台市)の哺乳類相(移川 仁・斉藤千映美・溝田浩二) 131-138 ◆青葉山市有林(仙台市)の鳥類相(移川 仁・溝田浩二) 139-146 ◆青葉山市有林(仙台市)の両性爬虫類相(溝田浩二・移川 仁) 147-152 ◆青葉山の広瀬川水系における魚類相(棟方有宗・白鳥幸徳) 153-161

第9巻(2007年3月発行)

- ◆官学連携による総合学習支援ネットワークモデルの形成—仙台湾南部海岸域における環境教育支援—(村松隆・足立 徹・佐藤正明)1-7 ◆宮城教育大学の学校環境教育総合支援システム“えるふえ”の設立と活動(見上一幸・鶴川義弘・岡 正明・川村寿郎・桔梗佑子・小金澤孝昭・西城 潔・斉藤千映美・島野智之・平 真木夫・鳥山 敦・溝田浩二・村松 隆・安江正治・吉村敏之・渡邊孝男) 9-16 ◆チョウ類の生息調査からはじめるバタフライガーデンづくり—宮城教育大学における実践事例—(溝田浩二・遠藤洋次郎) 17-25 ◆校庭の生物をもちいた環境教育の実践事例—宮城教育大学附属小学校でのフレンドシップ事業実践から—(島野智之・菅原 崇) 27-36 ◆環境調和型エネルギーシステムへの課題と展望(安江正治・橋本良仁) 37-40 ◆仙台産アカヒレタビラの人工増殖法の開発ならびに環境教育活動の実践—小型プラスチックチューブ、水槽、ため池による増殖法の検討—(棟方有宗・上嶋勇輝・田幡憲一) 41-49 ◆「エグネのある暮らし」をみつめる体験型環境学習プログラムの開発 1. 地域特性と試行的な学習活動を重視した開発プロセス(平吹喜彦・福田明子) 51-58 ◆「エグネのある暮らし」をみつめる体験型環境学習プログラムの開発 2. 持続可能な地域づくりに資する2つのプログラム(平吹喜彦・福田明子) 59-66 ◆川の流れとはたらきを知るための流水モデル実験器の再検討(大瀧 学・川村寿郎) 67-76 ◆初等・中等教育における光害教材の導入に関する環境教育的検討(長島康雄・千島拓朗・高田淑子) 77-85 ◆モンゴル・ウランバートル市のゲル集落の拡大(小金澤孝昭・ジャンチブ・エルデネ・ブルガン・佐々木 達) 87-93

第10巻(2008年3月発行)

- ◆仙台湾南部海岸を学習フィールドとした小学校の環境教育実践—官学連携による総合学習支援ネットワークの活用—(村松隆・足立 徹・斎藤茂則・阿部芳吉) 1-8 ◆デジタルカメラとGPS付携帯電話を使う環境教育用マップ(鶴川義弘) 9-15 ◆USB顕微鏡を用いたイネ観察マニュアル(岡 正明) 17-22 ◆仙台産アカヒレタビラの保全に向けた環境教育教材の開発と実践(棟方有宗・上嶋勇輝・攝待尚子・田幡憲一) 23-31 ◆宮城教育大学バタフライガーデンのチョウ類(溝田浩二・遠藤洋次郎・宮川 歩) 33-42 ◆青葉山市有林(仙台市)の虫こぶ(海藤祥子・溝田浩二) 43-52 ◆宮城教育大学構内の大型陸生ミミズ相(南谷幸雄・渡辺弘之・石塚小太郎・島野智之・伊藤雅道・武内伸夫) 53-56 ◆仙台市西部高野原地区の段丘地形と土地利用の変遷—地域自然の探求活動の実践—(川村寿郎) 57-62 ◆小学校理科での海岸平野の地形基盤の学習と防災教育—仙台平野での例—(川村寿郎・大瀧 学) 63-71 ◆学校緑化に対する環境教育からのアプローチ 2. 仙台市立上野山小学校の学校園づくりを事例とした生物多様性緑化マスタープランの構築(長島康雄・川下一明・平吹喜彦) 73-82 ◆生き物を身近に感じることができる環境教育の実践—顕微鏡と情報機器を活用して子どもに見える世界を広げる活動を通して—(千葉友吉・島野智之) 83-86 ◆海外青年協力隊員における環境教育の支援—コスタリカ・エルサルバドルの事例から—(斉藤千映美・渡辺孝男) 87-96 ◆エルサルバドルの学校における環境教育(斉藤千映美) 97-106 ◆環境教育実践研究センター10年間の活動記録(平成9年～19年に実施した国際シンポジウム関係) 107-114

第11巻(2009年3月発行)

- ◆マダガスカルの動物園教育を通じた自然保全への協力(斉藤千映美・田中ちひろ・小野寺順也・村松 隆・鶴川義弘・島野智之・溝田浩二) 1-6 ◆宮城教育大学バタフライガーデンにおけるチョウ類群集の多様性(溝田浩二・松本 一・遠藤洋次郎) 7-16 ◆宮城教育大学バタフライガーデンを活用した小学生向け体験的環境学習の実践(溝田浩二・遠藤洋次郎) 17-24 ◆田んぼの生き物調査による環境教育の実践的アプローチ(外園香菜・石井伸哉・遠藤朱萌・名和玲子・三好直哉・渡邊邦彦・島野智之) 25-30 ◆川から環境を考える環境教育の実践—水質調査、水生昆虫採取を通して—(外園香菜・高橋眞理・木村有生子・石井伸弥・遠藤朱萌・佐藤愛湖・

名和玲子・三好直哉・渡邊邦彦・小原 瞳・金 洋太・丹野祥子・柳川春奈・千葉 整・島野智之) 31-39 ◆海から学ぶ、環境教育の実践～水の中の小さな生き物を見てみよう～(外園香菜・石井伸弥・遠藤朱萌・佐藤愛湖・名和玲子・三好直哉・渡邊邦彦・島野智之) 41-46 ◆鳴瀬環境探検～水の中の小さな生き物を見てみよう～(外園香菜・佐藤隆一・名取史子・遠藤朱萌・佐藤愛湖・名和玲子・三好直哉・渡邊邦彦・島野智之) 47-52 ◆青葉山と広瀬川の自然環境の利活用方法に関する提案とESDの実践(棟方有宗・攝待尚子・原田栄二) 53-59 ◆こども環境サミット札幌への参加による環境教育実践の国際比較(長島康雄・高田淑子) 61-69 ◆こども環境サミットにおける海外の参加者からみた光害教材(長島康雄・高田淑子) 71-79

第12巻(2010年3月発行)

◆タナゴ *Acheilognathus melanogaster* を題材とした環境教育プログラムの実践:小学校の総合的な学習の時間を通して(遠藤朱萌・石井伸弥・菊池尚子・名和玲子・豊田恵美・斉藤千映美) 1-10 ◆宮城教育大学バタフライガーデンで2009年に確認されたチョウ類—2008年との比較—(溝田浩二・遠藤洋次郎) 11-15 ◆宮城教育大学構内のクモ類(島野智之・馬場友希・池田博明・田中一裕) 17-21 ◆圃場を使わない多様な栽培方法による教材植物の展示(岡 正明) 23-28 ◆えるふえ貸出教材としてのイネ粃・玄米見本の作成と形態的多様性(岡 正明・倉田一平・赤井澤 研) 29-32 ◆双方向対話システムの構築(鶴川義弘・齋藤有季・村松 隆) 33-39 ◆環境教育における音響生物学の応用(エチェニケ-ディアズラザロミゲル・斉藤千映美) 41-48 ◆環境教育分野における青年海外協力隊支援 ～アンケート調査から～(由佐泰子・エチェニケ-ディアズラザロミゲル・渡辺孝男・斉藤千映美・村松 隆) 49-58 ◆海外青年協力隊に対する環境教育教材支援の課題と展望～グアテマラ海外調査から～(由佐泰子・エチェニケ-ディアズラザロミゲル・村松 隆) 59-68 ◆青年海外協力隊に対する環境教育マテリアルの有効性に関する検証—ブルキナファソ現地調査報告—(三又英子・渡辺孝男・村松 隆) 69-78 ◆環境課題をテーマとした教科横断型紙芝居教材の開発とその活用法(三又英子・斉藤千映美・エチェニケ-ディアズラザロミゲル・由佐泰子・村松 隆) 79-83 ◆宮城県における環境保全農業の展開と定着(小金澤孝昭・庄子 元・青野 快) 85-94 ◆仙台市におけるソメイヨシノの開花進行過程と土地利用の関係(西城 潔・和田枝里) 95-101 ◆桜(ソメイヨシノ)の染色性(西川重和・小川彩乃・小野あずさ・鈴木美佐子・田幡憲一・岡 正明・斉藤千映美・棟方有宗・溝田浩二) 103-107

第13巻(2011年3月発行)

◆フィールドワークを基底とするリフレッシャー教育システムの構想(村松 隆・鶴川義弘・斉藤千映美・溝田浩二・岡 正明・棟方有宗・浅野治志・島野智之・齋藤有季・佐々木久美・尾崎博一・桔梗祐子) 1-5 ◆屋外教材提示システムの開発(鶴川義弘・齋藤有季・村松 隆・溝田浩二) 7-12 ◆チンバザザ動植物公園(マダガスカル)におけるバタフライガーデンプロジェクト(溝田浩二) 13-22 ◆淡水性タナゴ(*Acheilognathus melanogaster*)の分布調査の概要と環境保全教育活動(音喜多美保子・菊地尚子・鈴木千尋・高橋健介・斉藤千映美) 23-29 ◆フリーウェブサービスを用いた身近な生き物分布図作成とその教育的な意義(長島康雄・攝待尚子・相良 毅・溝田浩二) 31-38 ◆伐採木を活用した炭焼きの試み—現代的課題科目「環境教育」における実践事例—(西城 潔) 39-45 ◆生態系サービスと集落活性化～地域調査運動の方法～(小金澤孝昭・庄子 元・佐々木 達) 47-55 ◆児童生徒による光害調査データ精度向上の方策に関する検討 1. 個々の児童生徒の光害 測定誤差を最小限に抑えるための条件(長島康雄・高田淑子) 57-65

第14巻(2012年3月発行)

◆リフレッシャー教育システムにおける環境教育用屋外 AR教材提示システムの構築—ARブラウザjunaioを利用

したコンテンツの作成方法—(鶴川義弘・齋藤有季・村松 隆・溝田浩二・栗木直也) 1-6 ◆水田のプランクトン(水中微小生物)群集の調査(菊地永祐・高木優也・鹿野秀一) 7-15 ◆児童による「身近な生き物分布図」を用いた環境教育的な授業実践(長島康雄・攝待尚子・柳沼和也) 17-23 ◆スナメリ *Neophocaena phocaenoides* の骨格標本の作成と活用(橋本 勝・斉藤千映美) 25-27 ◆教育のための動物飼育の取り組みと課題—大学におけるヤギの飼育を通じて—(斉藤千映美・渡辺孝男) 29-33 ◆希少種生息域における淡水魚の分布・生態状況調査(寺下里香・蘇武絵里香・大波 茜・小野恭史・斉藤千映美) 35-39 ◆Automatic Identification of Animal Species in Miyagi Prefecture, and Its Use in Environmental Education (Lazaro M. ECHENIQUE-DIAZ) 41-44 ◆千葉県柏市立酒井根小学校におけるバタフライガーデンを活用した環境教育(1) 授業における実践(河村幸子・高橋健登・溝田浩二) 45-54 ◆千葉県柏市立酒井根小学校におけるバタフライガーデンを活用した環境教育(2) エコクラブにおける実践(河村幸子・高橋健登・溝田浩二) 55-62 ◆環境教育におけるディベート導入の試み—DVD「ミツバチからのメッセージ」を教材として—(溝田浩二) 63-70 ◆Capacity Building for Sustainable Living Through ESD-Based Learning in a Regional Centre of Expertise (RCE) (Paul OFEI-MANU and Satoshi SHIMANO) 71-83 ◆東日本大震災における災害教育の再評価(島野智之・広瀬敏通) 85-90

第15巻(2013年3月発行)

◆青葉山キャンパスをフィールドとしたリフレッシャー教育システムの整備(村松 隆・鶴川義弘・福地 彩・尾崎博一・桔梗佑子・佐々木久美・溝田浩二・斉藤千映美・島野智之・西城 潔・浅野治志・棟方有宗) 1-6 ◆リフレッシャー教育システムにおける教材園と連携したデジタル教材の開発(鶴川義弘・福地 彩・村松 隆・溝田浩二) 7-12 ◆ミツバチ生産物を活用した環境教育の実践(溝田浩二) 13-23 ◆リフレッシャー教育システム「炭やき広場」の概要と利用事例(西城 潔) 25-29 ◆所蔵標本を活用した展示教育活動の事例(橋本 勝・斉藤千映美) 31-34 ◆地域の自然を教材とした環境教育の授業実践(橋本ひとみ・田村栞里・一條那津美・白田弥生・坂 佳美・斉藤千映美) 35-41 ◆教員養成大学における飼育動物を用いた生命理解教育(斉藤千映美・渡辺孝男) 43-48 ◆ため池水中の溶存態有機物の分画と同定に関する実験法の開発(三好直哉・三品佳子・村松 隆) 49-55 ◆東日本大震災の津波で被災した名取川河口域のメダカの保全(棟方有宗・菅原正徳・田中ちひろ・釜谷大輔) 57-63 ◆米と稲作を題材にしたタイと日本のユネスコスクールの交流のための予備的調査から得られた農学的観点からの情報(島野智之) 65-68 ◆Urban vs. Natural Sounds in Sendai city : A Comparative Study (Lazaro M. Echenique-Diaz and Chiemi Saito) 69-73 ◆Transitioning towards ESD: A Steady Progression or a Paradigm Shift? (Paul OFEI-MANU and Satoshi SHIMANO) 75-80 ◆生物多様性に関する条約・法律の制定が学校教育に与える影響と環境教育に求められる役割(長島康雄) 81-86 ◆自然や環境, 地域, 人との関わりを基盤とした学習活動の展開 ~ESDの考え方を取り入れた, カリキュラムの再構築をととして~ (跡部英行・島野智之) 87-93

第16巻(2014年3月発行)

◆ため池水中の溶存態有機物の分画と同定に関する実験法の開発(II) —腐植物質の物性評価に関する簡易実験法—(三品佳子・三好直哉・村松 隆) 1-6 ◆スマートフォンを用いた防災教育用津波ARアプリの開発(鶴川義弘・福地 彩・栗木直也) 7-12 ◆2013年における「炭やき広場」の利用事例と今後の展望(西城 潔) 13-15 ◆ケープハイラックス *Procapra capensis* の頸肋 cervical rib 確認と標本化(橋本 勝・斉藤千映美) 17-19 ◆ニホンミツバチ伝統養蜂を題材とした環境教育の実践—ひらめき☆ときめきサイエンスを実施して—(溝田浩二) 21-29 ◆東日本大震災の津波で被災した名取川河口域のメダカの野生個体群復元に向けた資源増殖の取り組み(棟方有宗・田中ちひろ・坂 佳美・菅原正徳) 31-38 ◆Artificial Islands Created through Industrial Activity Contribute to Environmental Education and Evolutionary Ecology (Morito HAYASHI and Sara GOODACRE) 39-43 ◆Overview

of Education for Sustainable Development Implementation in France (WALL Adeline A. J.) 45-52 ◆ Disaster Risk Reduction Capacity Assessment: Reflecting on the Japanese Experience (Paul OFEI-MANU, and Satoshi SHIMANO) 53-62 ◆ ユネスコスクール「ライスプロジェクト」に基づいたタイ王国と日本の国際交流の実践 (島野智之・パトンボン = スパラート) 63-65 ◆ 動物園における校外学習の実態と課題 ～仙台市八木山動物公園の事例から～ (斉藤千映美・田中ちひろ・松本浩明) 67-74 ◆ 大学における動物の飼育と学習プログラムの開発 (斉藤千映美・渡辺孝男・一條那津美) 75-85 ◆ 地域の自然を教材とした教室授業と体験活動 (小原典紘・表潤一・佐藤大介・佐々木芽衣子・斉藤千映美) 85-87 ◆ Assessing Local People's Knowledge of the Endangered Cuban Solenodon (*Solenodon cubanus*) in Alejandro de Humboldt National Park, Cuba (Lázaro M. Echenique-Díaz, Satoshi OHDACHI, Masaki KITA, Gerardo Begué-Quiala, Rafael Borroto Páez, Jorge L. Delgado Labañino, Jorgelino Gámez Díez, Osamu HOSON and Chiemi SAITO) 89-95

第17巻(2015年3月発行)

◆ 東日本大震災の震災遺構パノラマ教材の作成 (鶴川義弘・福地 彩・桜井理裕) 1-4 ◆ 救荒植物を利用した食教育・環境教育・防災教育の可能性 (溝田浩二) 5-11 ◆ 東日本大震災の津波で被災した名取川河口域のメダカの野生個体群復元に向けた取り組み (第三報) (棟方有宗・田中ちひろ・遠藤源一郎・小林牧人) 13-19 ◆ 動物ふれあい活動を用いた地域活性化の取組みとESD (斉藤千映美・伊藤勇馬) 21-29 ◆ 身近な動物個体を用いた透明骨格標本の作製 (表潤一・斉藤千映美) 31-38 ◆ 小学校における出前炭焼き授業の試み (西城 潔・目黒李歩・福田はる香・荒谷拓実・仲田克成) 39-44 ◆ Environmental Science Practice at Miyagi University of Education (Lázaro M. ECHENIQUE-DÍAZ and Chiemi SAITO) 45-52 ◆ Insights into the Natural History of *Pipistrellus endoi* Imaizumi, 1959 from Survey Records in Miyagi Prefecture (Kuniko KAWAI, Lázaro M. ECHENIQUE-DÍAZ, Osamu TAKAHASHI and Chiemi SAITO) 53-57 ◆ 沖縄に移入した外来カタツムリ *Macrochlamys* sp. が在来種に与える負の効果 (木村一貴) 59-61 ◆ 閉鎖性ため池の有機汚濁バックグラウンド評価に関する実験法 (三品佳子・三好直哉・村松 隆) 63-71 ◆ 視認性を重視したサイエンス教材の開発 (1) 一酸化炭素の発生と性質に関する実験一 (三品佳子・加藤慎也・村松 隆) 73-80

第18巻(2016年3月発行)

◆ 救荒植物を活用した「生き抜く力」を育む環境教育の実践 (溝田浩二・鶴川義弘) 1-9 ◆ 主体的な学習教材としての学校飼育動物 (斉藤千映美) 11-17 ◆ 視認性を重視したサイエンス教材の開発 (2) 一オゾンの発生と性質に関する実験一 (三品佳子・加藤慎也・村松 隆) 19-24 ◆ 有機汚濁と濁度の相関評価のための実験法の検討 一水の濁りを観測するための簡易装置づくりとその利用一 (三品佳子・加藤慎也・村松 隆) 25-28 ◆ 東日本大震災の津波で被災した名取川河口域のメダカの野生個体群復元に向けた環境整備の取り組み (棟方有宗・田中ちひろ・遠藤源一郎・山崎 慎・釜谷大輔・小林牧人) 29-33 ◆ 歴史性と人の営みに着目した里地里山景観の理解とその教育への展開事例 (西城 潔) 35-41 ◆ 高等学校科学研究実践活動に対する、単位時間採集法を用いたアリ類研究の提案と実践 (吉村正志・芳田琢磨・小笠原昌子・エヴァン・エコノモ) 43-47 ◆ 自然史資料としての昆虫標本の活用 (永幡嘉之) 49-58 ◆ ロードキル動物の屍体から得られる情報の記録と保存 (橋本 勝・伊藤勇馬・平谷萌子・斉藤千映美) 59-63 ◆ 希少種タナゴの生息地域における外来種の分布状況と淡水魚相の変化 (黒澤 巧・平谷萌子・斉藤千映美) 65-69

第19巻(2017年3月発行)

◆ Google マップと Wikitude を用いる位置情報型ARの試作 (鶴川義弘・伊藤 悟・山本佳世子・秋本弘章・大西

宏治・井田仁康・齋藤有季) 1-3 ◆放置竹林を活用した環境教育の取り組み (西城 潔) 5-10 ◆ニホンミツバチ伝統養蜂を題材とした環境教育の実践 (2) (溝田浩二) 11-18 ◆鳴く昆虫をテーマにした環境教育の実践 (八月朔日誠司・小野寺 仕・溝田浩二) 19-23 ◆災害経験を環境教育の機会へ:2016年8月北海道豪雨による十勝平野西部での土砂・洪水災害 (古市剛久・小山内信智・林 真一郎・笠井美青・桂 真也) 25-32 ◆塩化銀濁度分析法を用いた天然水中塩化物イオンの簡易定量法 (三品佳子・加藤慎也・村松 隆) 33-38 ◆Endangered Species, Protected Areas, and Tourism in Cuba (Lazaro M. Echenique-Diaz and Koji Mizota) 39-41 ◆仙台市内におけるカヤネズミ *Micromys minutus* の記録 (橋本 勝・齊藤千映美) 43-47 ◆体験型教材の開発を目的としたPBL(プロジェクト・ベースト・ラーニング) の実践 (齊藤千映美) 49-58

第20巻(2018年3月発行)

◆伊那炭化式薪ストーブ炭焼き法の開発—環境教育への展開を目指して— (西城 潔・井上芳樹) 1-7 ◆山形県鮭川村におけるギフチョウ属のモニタリング調査 (永幡嘉之) 9-16 ◆環境教育と日常とをつなぐ試み (永幡嘉之) 17-24 ◆仙台市内の低標高地で確認されたミズラモグラ *Euroscaptor mizura* の記録 (橋本 勝・齊藤千映美) 25-26 ◆ハチ追いをとおして「遊び仕事」と環境教育をつなぐ (溝田浩二) 27-34 ◆地域教材の活用をテーマとした授業実践 (溝田浩二) 35-38 ◆鳴く昆虫をテーマにした環境教育の実践 (2) (小沼佳菜実・八月朔日誠司・小野寺 仕・溝田浩二) 39-45 ◆宮城県における海棲哺乳類の生息状況 (表 潤一・齊藤千映美) 47-56

第21巻(2019年3月発行)

◆公開講座『竹であそぼう 竹に学ぼう』—竹を活用した環境教育プログラム開発の試み— (西城 潔・新田隆一・安孫子 啓・亀井 文) 1-6 ◆「地表の形」に注目する地域地形観察会を通じた環境教育および地理教育 (古市剛久・西城 潔) 7-16 ◆山形県小国町における草原の利用の歴史 (永幡嘉之) 17-25 ◆幼年期の子どもの自然との関わり～生きものふれあい学習の事例と課題の分析～ (齊藤千映美) 27-35 ◆幼稚園における端材を活用した「木育」の実践 (溝田浩二・高橋麻衣子・野中健一) 37-44 ◆内容の意外性が講義の全体像認識に与える効果 (林 守人・溝田浩二) 45-51 ◆Stingless Bee Keeping as an Occupational Hobby and Sustainable Agrotourism in Cuba: A Case Study (Lazaro M. ECHENIQUE-DIAZ and Koji MIZOTA) 53-59

第22巻(2020年3月発行)

◆普及型河川模型実験を通じた環境教育・理科教育 (古市剛久・天野敦子・小川佳子・南雲直子・小口千明) 1-5 ◆アラカワカンアオイの分布を調べる (永幡嘉之) 7-17 ◆八木山動物公園のVR仮想現実による体験教材の作成 (鶴川義弘・齊藤千映美・齋藤有季・上西玉樹・横山太郎) 19-22 ◆「遊び仕事」のかたち:産直商圏にみる狩猟採集と飼育栽培 (林 守人・溝田浩二) 23-29 ◆宮城教育大学附属幼稚園の樹木とその環境教育への活用 (溝田浩二・宍戸佳央理・片平みちる) 31-38 ◆マダガスカルにおける「持続可能な社会づくり」のための動物園教育プログラム改善の取り組み (齊藤千映美・柴 宏香・田中ちひろ・上西玉樹・橋本 渉・RAFIDIMANANTSOA Lalaina Eva) 39-47

第23巻(2021年3月発行)

◆日本産アリ類画像データベースの今後 (鶴川義弘・吉村正志・小野山敬一・溝田浩二) 1-5 ◆教員養成課程における探究的な学習の試み—飼育動物の観察研究を通して— (齊藤千映美) 7-13 ◆新型コロナウイルス感染症は保育現場にどのような影響を与えたのか—宮城教育大学附属幼稚園におけるアンケート調査から— (溝田浩二・佐藤みちる) 15-24 ◆仙台七夕の学習への竹の利用とその効果—宮城教育大学附属小学校第3学年「いずみ

- タイム」での試みー（西城 潔・三井雅視・加藤千佳・牧野裕可・千葉 廣・佐藤竜晟） 25-31 ◆宮城県柴田農林
高校における演習林を活用したプロジェクト学習（尾身宜彦・溝田浩二） 33-40 ◆授業通貨とアクティブ・ラー
ニング:投資を模した学生の相互成績評価（林 守人・溝田浩二） 41-47 ◆シッポ踏みゲームを用いたアクティブ・
ラーニング:学生をエージェントとした体感型个体ベースシミュレーションとその教育的可能性（林 守人・溝田
浩二） 49-55 ◆仙台市青葉の森緑地における青葉山丘陵の地形地質観察（古市剛久） 57-68 ◆再生エネルギー
発電設備の建設による生物多様性への影響（永幡嘉之） 69-77 ◆宮城県沿岸で採集されたエダクダクラゲ類の
特徴（菊地 充・斉藤千映美・出口竜作） 79-84 ◆「環境教育研究紀要」の終刊にあたって（溝田浩二） 85-95
◆「環境紀要研究紀要」総目次 97-106

令和2年度活動報告

【主催事業】

免許状更新講習

- 7月12日(日) プログラミング教育(鶴川)
- 7月19日(日) プログラミング教育(鶴川)
- 7月26日(日) プログラミング教育(鶴川)
- 9月27日(日) プログラミング教育(鶴川)

【共催事業】

登米市

- 9月17日(木) 登米市環境出前講座:豊里小学校(溝田)

【専任職員の地域貢献活動】

- 4月7日(火) 七ヶ宿町風力発電事業ヒアリング(溝田)
- 4月8日(水) 日本島嶼学会理事会(溝田)
- 5月7日(木) 河川水辺の国勢調査(鳴子ダム) ヒアリング(溝田)
- 5月18日(月) 河川水辺の国勢調査(北上川下流・被災域) ヒアリング(溝田)
- 6月11日(木) 七ヶ宿町風力発電事業ヒアリング(溝田)
- 7月7日(火) 伊達・新地風力発電事業ヒアリング(溝田)
- 7月13日(月) 宮城県環境アドバイザー全体会議(溝田)
- 7月14日(火) 旧北上川ヒヌマイトトンボ視察(溝田)
- 7月22日(水) やぎふれあい出張:宮城教育大学附属小学校(斉藤)
- 7月27日(月) ユネスコスクール東北コンソーシアム会議(斉藤)
- 8月18日(火) 河川水辺の国勢調査(北上川下流) ヒアリング(溝田)
- 8月22日(土) 環境教育学会第31回年次大会(オンライン)(斉藤・溝田)
- 8月23日(日) 環境教育学会第31回年次大会(オンライン)(斉藤・溝田)
- 8月25日(火) 全校授業研究会:宮城教育大学附属小学校(斉藤)
- 9月5日(土) 日本島嶼学会理事会・総会(溝田)
- 9月7日(月) 河川水辺の国勢調査(北上川下流) ヒアリング(溝田)
- 9月17日(木) 登米市環境出前講座:豊里小学校(溝田)
- 10月22日(木) 稲子峠・六角牧場風力発電事業ヒアリング(溝田)
- 11月2日(月) 授業支援:宮城教育大学附属小学校(斉藤)
- 11月4日(水) 鳴瀬川総合開発ヒアリング(溝田)
- 11月6日(金) ダメだっちゃ温暖化宮城県民会議(斉藤)
- 11月8日(日) ロボット教室:仙台市科学館(鶴川)
- 11月8日(日) 日本島嶼学会理事会(溝田)
- 11月9日(月) 宮城県蒲生検討会(溝田)
- 11月17日(火) 七ヶ宿町風力発電事業ヒアリング(溝田)

- 11月20日（金）宮城県環境アドバイザー会議（溝田）
- 11月22日（日）対馬市ハチミツコンクール（溝田）
- 11月25日（水）鳴瀬川総合開発環境検討委員会（溝田）
- 11月26日（木）広域連携線アセスヒアリング（溝田）
- 11月26日（木）宮城西部風力発電ヒアリング（溝田）
- 11月27日（金）宮城県希少野生動植物保護対策検討会（溝田）
- 11月27日（月）河川水辺の国勢調査（北上川被災域）ヒアリング（溝田）
- 12月5日（土）ESDサイエンスカフェin気仙沼（溝田）
- 12月12日（土）宮城県希少野生動植物保護対策検討会・昆虫分科会（溝田）
- 12月21日（木）女川・石巻風力発電ヒアリング（溝田）
- 1月28日（木）宮城県環境アドバイザー会議（溝田）
- 1月29日（金）全校授業研究会:宮城教育大学附属小学校（齊藤）
- 2月9日（火）河川水辺の国勢調査（鳴子ダム）事前レク（溝田）
- 2月16日（火）河川水辺の国勢調査（北上川被災域・被災域）事前レク（溝田）
- 2月24日（水）河川水辺の国勢調査アドバイザー会議（北上川・鳴瀬川水系）（齊藤・溝田）
- 2月26日（水）河川水辺の国勢調査アドバイザー会議（阿武隈川・名取川水系）（齊藤・溝田）
- 2月28日（日）日本島嶼学会理事会（溝田）
- 3月1日（月）宮城県希少野生動植物保護対策検討会（溝田）
- 3月7日（日）日本環境教育学会東北支部会（齊藤・溝田）

(運営委員)

領域長 溝田 浩二
専任 鶴川 義弘
” 齊藤千映美

宮城教育大学 西城 潔
” 菅原 敏
” 出口 竜作
” 菅原 正則
” 佐藤 哲也

(専任職員)

環境教育実践分野 教授 齊藤千映美
” 教授 溝田 浩二
環境教育システム分野 教授 鶴川 義弘
” 助手 福井 恵子

(協力研究員)

ラザロ エチェニケ
菊地 永祐
橋本 勝
林 守人
永幡 嘉之
古市 剛久

田幡 憲一

(非常勤職員)

佐々木久美
齋藤 有季

(兼務教員)

理科教育講座	西山 正吾
”	棟方 有宗
社会科教育講座	西城 潔
家庭科教育講座	亀井 文

【令和2年度編集委員会】

溝田 浩二 (委員長), 鶴川 義弘, 齊藤千映美

宮城教育大学環境教育研究紀要

国立大学法人 宮城教育大学

2021年3月